



HAL
open science

Blessures de surutilisation des membres : l'exposition sportive a-t-elle une influence?

Charlène Chéron Chéron

► To cite this version:

Charlène Chéron Chéron. Blessures de surutilisation des membres : l'exposition sportive a-t-elle une influence?. Santé publique et épidémiologie. Université Paris Saclay (COmUE), 2017. Français. NNT : 2017SACLS150 . tel-01544981

HAL Id: tel-01544981

<https://theses.hal.science/tel-01544981>

Submitted on 22 Jun 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

NNT : 2017SACLS150

THESE DE DOCTORAT
DE
L'UNIVERSITE PARIS-SACLAY
PREPAREE A
UNIVERSITE PARIS-SUD



Comprendre le monde,
construire l'avenir

ECOLE DOCTORALE N° 566
SCIENCES DU SPORT, DE LA MOTRICITE ET DU MOUVEMENT HUMAIN (SSMMH)

Sciences du Sport et du Mouvement Humain
Par
Charlène Chéron

Blessures de surutilisation des membres : l'exposition sportive a-t-elle une
influence ?

Thèse présentée et soutenue à Orsay le 8 juin 2017 :

Composition du Jury :

Pr Gagey Olivier	Professeur Université Paris-Saclay	Président
Pr Coté Pierre	Professeur, Université d'Ontario	Rapporteur
Pr Cantin Vincent	Professeur Université du Québec à Trois Rivières	Rapporteur
Pr Lebœuf-Y de Charlotte	Professeur Université du Sud du Danemark	Directrice de thèse
Pr Le Scanff Christine	Professeur Université Paris-Saclay	Co-directrice de thèse



REMERCIEMENTS

Le doctorat est l'aboutissement personnel d'un travail d'équipe à la fois excitant et éprouvant. A travers ces quelques lignes, je tiens à remercier les différentes personnes qui, à travers leur travail ou leur présence, m'ont permis de réaliser ce projet.

En particulier, Charlotte Leboeuf-Yde, ma directrice, pour m'avoir proposé ce projet, mais surtout pour m'avoir accompagné tout au long de celui-ci. Sa disponibilité ainsi que la qualité de son travail ont été mes meilleures alliées.

Christine Le Scanff, ma co-directrice, pour son regard extérieur et ses nombreux conseils lors de la rédaction des articles et de la thèse.

Niels Wedderkopp, mon superviseur statistique, pour m'avoir permis d'avoir accès à la base de données Svendborg, ainsi que pour son aide pour les analyses statistiques.

La direction de l'IFEC et en particulier Olivier Lanlo pour m'avoir accordé sa confiance ainsi que le financement de ces travaux. Arnaud Lardon pour m'avoir donné envie de me lancer dans cette thèse ainsi que pour ces encouragements tout au long de celle-ci. Nadège Lemeunier pour sa bienveillance et pour son aide précieuse durant ces trois dernières années. Martin Descarreaux pour ses conseils délivrés avec un charmant accent Québécois. Philippe Pretelat pour m'avoir soutenu ainsi que pour m'avoir fait découvrir ce magnifique continent qu'est l'Afrique. Nos différents séjours au Burkina Faso m'ont beaucoup enrichie. Enfin, le personnel administratif, ainsi que les enseignants et les étudiants de l'IFEC qui, à travers leurs attentions ont rendu ce projet plus facile.

De plus, je tiens à remercier le fond de dotation en recherche chiropratique pour m'avoir apporté une aide financière pour la publication de mes articles.

Enfin, je tiens à remercier mes proches, et surtout ma maman, mon oncle et ma tante qui m'ont toujours soutenu dans mes projets et témoigné leur affection. Mes amis qui rendent chaque jour la vie plus agréable mais surtout vraiment très drôle. Et Maxime, pour ses nombreuses relectures mais surtout pour son soutien.



PLAN DE LA THÈSE

INTRODUCTION	5
CADRE THÉORIQUE	6
1) Pratiques sportives	6
a. Définition du sport	6
b. Organisation de la pratique sportive et niveau de performance	6
2) Définitions des blessures sportives et des blessures de surutilisation	7
a. Définition de la blessure sportive	7
b. Définition de la blessure de surutilisation	10
3) Localisation des blessures étudiées	11
4) Epidémiologie des blessures de surutilisation des membres	11
a. Incidence et coûts	11
b. Histoire naturelle	12
c. Causes	12
i. Du point de vue biologique.....	12
ii. Modèle étiologique des blessures de surutilisation des membres.....	12
PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ET QUESTIONS DE RECHERCHE	14
CONTRIBUTIONS DE RECHERCHE	15
1) Les revues systématiques	15
a. Méthode	16
b. Résultats	17
2) Étude prospective réalisée sur les enfants	26
a. Méthode	26



b. Résultats	28
DISCUSSION GÉNÉRALE	31
1) Synthèse des résultats	31
2) Discussion des résultats	32
a. Considérations méthodologiques des articles inclus dans les revues	32
i. Sélection des échantillons et généralisation des résultats.....	32
ii. Enregistrements et définition des blessures de surutilisation.....	32
b. Incidence	33
c. Localisations des blessures	34
d. Diagnostics des blessures	35
3) Limites et forces de la thèse	36
4) Recommandations	38
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	40
REFERENCES	41
ANNEXE	46
1) Article 1: Association between sports type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review	
2) Article 2: Association between sports type and overuse injuries of extremities in adults: a systematic review	
3) Article 3: Leisure-time sport and overuse injuries of extremities in children age 6-13, a 2.5 years prospective cohort study: the CHAMPS-Study DK	



INTRODUCTION

L'activité physique est essentielle au bon développement des enfants [1]. Elle permet, entre autres, de prévenir l'obésité, d'augmenter la minéralisation osseuse et les capacités cognitives, d'autant plus lorsque elle est réalisée avec une intensité modérée ou importante pendant une longue période de temps [2]. La pratique d'activité physique extra-scolaire est promue par les guides de recommandations internationales d'activité physique [3] et représente un réel intérêt de santé publique [4]. De nombreux bénéfices physiques et psychiques sont aussi retrouvés chez les adultes [5]. L'activité physique est ainsi conseillée à tout âge. Elle peut cependant occasionner des blessures musculosquelettiques. Chez les enfants, il s'agit de la première cause de blessures dans les pays développés [6, 7]. Ces blessures peuvent entraîner un absentéisme à l'école et au sport et/ou une perte de motivation pour participer aux activités physiques [8]. Elles représentent un problème au regard des coûts directs et indirects pour les parents et la société [9]. Chez les adultes, ces blessures sont aussi fréquemment retrouvées [10]. Elles ont un coût important notamment suite à l'absentéisme au travail et à l'invalidité temporaire et permanente qu'elles peuvent engendrer [11, 12].

Dans le domaine sportif, les blessures musculosquelettiques sont fréquemment classées en deux catégories : les blessures traumatiques et les blessures de surutilisation. Généralement les blessures traumatiques sont appelées ainsi car elles sont causées par un événement unique, spécifique et identifiable [13]. A l'inverse, les blessures de surutilisation font suite à des microtraumatismes répétés sans être causées par un événement unique, spécifique et identifiable [13]. Ces deux types de blessures sont susceptibles de toucher aussi bien le rachis que les membres. Une étude d'une population générale d'enfants montre que les blessures de surutilisation des membres sont environ deux fois plus fréquentes que les blessures traumatiques [14].



En tant que chiropracteur, il m'arrive assez régulièrement de recevoir des sportifs présentant des blessures de surutilisation au niveau des membres. J'ai donc souhaité en savoir plus sur ces blessures et en particulier si ces lésions étaient semblables d'un sport à l'autre et si certains sports favorisaient leur apparition. Mes études pourront, je l'espère, apporter une meilleure compréhension de l'apparition de ces blessures aux sportifs, aux entraîneurs et aux professionnels de la santé confrontés à cette situation.

Le but de cette thèse est donc d'apporter des connaissances concernant l'épidémiologie des blessures de surutilisation des membres pour différents types de sport. Pour atteindre ce but, deux revues de la littérature ont été réalisées : la première chez les enfants et adolescents ; la seconde pour une population adulte. Enfin, les données d'une étude prospective réalisée dans dix écoles ont été analysées.



B) CADRE THÉORIQUE

1) Pratiques sportives

a. Définition du sport

Ce travail est basé sur la définition de la Charte Européenne du Sport [15] qui « entend par 'sport' toutes formes d'activités physiques qui, à travers une participation organisée ou non, ont pour objectif l'expression ou l'amélioration de la condition physique ou psychique, le développement des relations sociales ou l'obtention de résultats en compétition de tous niveaux ».

Il existe de très nombreux sports, ils se distinguent de part leurs modes de pratique, leurs besoins matériels, leurs tenues et/ou protection, etc. En général les sports sont régis par des règles qui peuvent varier en fonction de l'âge et du sexe des participants, c'est notamment le cas pour les sports de combat, les techniques et les protections autorisées peuvent varier en fonction de ces paramètres.

b. Organisation de la pratique sportive et niveau de performance

D'après une enquête des pratiques sportives réalisée en 2010, une importante proportion de la population française de quinze ans et plus a pratiqué au moins une fois dans l'année précédente une activité sportive [16]. Le sport peut être pratiqué au sein de clubs sportifs ou d'instituts spécialisés, mais il peut aussi l'être hors structure. En France, environ un tiers des pratiquants sont adhérents d'une structure [17]. Parmi la population sportive française, environ 20% des individus participent à des compétitions officielles ou à des rassemblements sportifs [17].

Le sport est pratiqué à des niveaux de performance plus ou moins importants, allant du niveau débutant jusqu'au niveau expert. Le niveau de performance est difficile à apprécier car il s'évalue différemment d'un sport à l'autre et est fluctuant pour un individu. Pour les sportifs participant à des compétitions, on peut aisément considérer que le niveau est en corrélation avec l'importance des événements auxquels ils participent : régional, national ou international.



2) Définitions des blessures sportives et de surutilisation

a. Définition de la blessure sportive

Dans la littérature sportive, force est de constater que les définitions de la blessure sportive peuvent varier d'un article à l'autre notamment en fonction des sports étudiés et des situations de collecte de données. Le cricket a été le premier sport pour lequel la blessure sportive a été définie et pour laquelle a été publié en 2005 un article contenant une définition issue d'un consensus [18]. Cette définition a été réactualisée à de nombreuses reprises, la dernière datant de 2016 [19]. Elle est classée en cinq définitions en fonction de ses conséquences :

- i) blessures « perte de temps de match » qui empêche un joueur d'être sélectionné pour un match ou de participer à un match ;
- ii) blessures « perte de temps de la pratique physique » qui pourraient empêcher le joueur de prendre part aux entraînements et/ou aux matchs, sans prendre en compte le fait qu'un entraînement ou un match soit planifié ;
- iii) blessure « attention médicale » qui nécessite une attention médicale (ou paramédicale) et qui peut affecter un entraînement ou un match de cricket. Cette définition inclut donc les blessures nécessitant ou non un arrêt de la pratique sportive ;
- iv) blessure « rapportée par le joueur » : toute condition considérée comme une blessure par le joueur (ou par son/ses parent(s) ou son entraîneur) avec ou sans avis médical ;
- v) blessures « anomalie à l'imagerie » : toutes conditions présentant une anomalie à l'imagerie.

Cependant, la définition la plus souvent citée dans la littérature est celle proposée par Fuller en 2006 concernant le football [13]. Celle-ci définit la blessure sportive comme « toute plainte physique exprimée par un joueur qui résulte d'un match ou d'un entraînement sportif, sans prendre en compte la nécessité d'une attention médicale ou la perte de temps de l'activité physique. Une blessure qui nécessite une attention médicale est considérée comme étant



une blessure 'attention médicale' et une blessure qui entraîne une incapacité à participer pleinement à un entraînement ou à un match est une blessure 'perte de temps' ». Cette définition contient donc trois définitions différentes en fonction des conséquences possibles. Fuller définit la blessure sportive dans le rugby de façon quasiment identique à celle du football et intègre aussi les trois types de définition [20]. La seule différence évoquée est que « la blessure est causée par un transfert d'énergie qui excède les capacités du corps ».

Pour la surveillance des blessures aux cours des Jeux Olympiques, une définition a été proposée en 2008 [21]. La blessure sportive doit répondre à différents critères :

- i) avoir entraînée une attention médicale ;
- ii) être nouvellement survenue (pas de prise en compte des blessures préexistantes et non complètement guéries) ;
- iii) apparaître durant la période des Jeux et en particulier durant l'entraînement et/ou durant un match ;
- iv) exclure les maladies.

Les définitions des blessures sont généralement la conséquence des différences de situations d'observations. Dans la littérature, pour des raisons pratiques, les définitions les plus souvent utilisées sont « perte de temps » et « attention médicale » [22]. Dans le cas de suivis de clubs de faible niveau d'expertise, les définitions se basant sur la « perte de temps » ou le « report des blessures par le sportif lui-même » sont fréquemment utilisées en raison de leurs aspects pratiques. Pour les sportifs de haut niveau ou dans le cas où les informations sont collectées lors des tournois, la définition est souvent basée sur « l'attention médicale » puisqu'une équipe médicale est en général à disposition.



b. Définition de la blessure de surutilisation

Les blessures sportives peuvent être classées en sous-catégories : traumatique et de surutilisation. Cette classification est généralement réalisée en fonction du mécanisme de survenue, du diagnostic, ou en combinant ces deux éléments [23].

La majorité des articles retrouvés dans la littérature utilise la définition basée sur le mécanisme de survenue de la douleur [23]. Dans ce cas, les blessures de surutilisation sont généralement décrites comme étant causées par la répétition de microtraumatismes sans isoler un évènement unique, spécifique et identifiable comme étant la cause de cette blessure [13]. Un nombre non négligeable d'auteurs considèrent que la survenue progressive de la douleur permet à elle seule de dire qu'elle fait suite à de la surutilisation [23-25].

La seconde façon de classer les blessures est basée sur le diagnostic [23]. Dans ce cas, les diagnostics pour lesquels les douleurs surviennent généralement avec une inflammation progressive, associée à une perte de fonction vont « automatiquement » être considérés comme étant des blessures de surutilisation. Le mécanisme de la blessure dans ce cas est implicitement la surutilisation. Ces diagnostics sont en général les tendinopathies, les périostites, les bursites ou les fractures de fatigue.

3) Localisation des blessures étudiées

Anatomiquement, les membres regroupent les membres supérieurs et inférieurs. On identifie fréquemment dans les articles abordant les blessures musculosquelettiques six zones pour le membre supérieur, idem pour le membre inférieur. Pour le membre supérieur, il s'agit : i) de l'épaule, ii) du bras, iii) du coude, iv) de l'avant-bras, v) du poignet et vi) de la main et des doigts. Pour le membre inférieur, il s'agit i) du pelvis, de la hanche et de l'aîne, ii) de la cuisse, iii) du genou, iv) de la jambe, v) de la cheville et vi) du pied et des orteils. Tous les articles



n'identifient cependant pas ces zones, celles-ci sont parfois fusionnées, et celles-ci peuvent aussi être décrites de manière plus précise.

4) Epidémiologie des blessures de surutilisation des membres

a. Incidence et coûts

A notre connaissance, il n'existe qu'un seul protocole réalisé sur une population générale qui s'intéresse aux blessures de surutilisation, celui-ci a abouti à différentes publications. Il a été réalisé dans une région du Danemark et porte sur une population générale d'enfants. Il est mis en évidence que les blessures de surutilisation des membres sont deux fois plus représentées que les blessures traumatiques [14]. L'incidence des blessures de surutilisation est de 2,3 blessures pour 1000 heures d'exposition pour le membre supérieur et de 3,7 pour le membre inférieur [14]. Dans cette même population, le diagnostic le plus souvent posé au niveau des membres inférieurs est l'apophysite qui représente environ 60% des blessures de surutilisation des membres inférieurs [26]. Pour le membre supérieur, les blessures des tissus mous viennent au 1^{er} plan et représentent 70% de ces blessures [26]. Toujours dans cette étude, la jambe est la zone la plus souvent touchée suivie par le genou. La région la moins atteinte est le poignet [26].

Pour les adultes, plusieurs études s'intéressent aux blessures de surutilisation. Il est difficile de mettre en évidence un chiffre concernant l'incidence car celle-ci varie en fonction des études, néanmoins elle est généralement aux alentours d'une à trois blessures de surutilisation pour 1000 heures d'exposition [10, 27-30]. Les zones fréquemment touchées sont le genou, la cuisse, l'épaule et la jambe [10, 31, 32]. Les pathologies des tissus mous, et en particulier les tendinopathies sont fréquemment retrouvées, aussi bien dans la population sportive que dans la population générale [31, 32].

Le coût de ces blessures est difficile à évaluer précisément. Aucune étude n'a été réalisée



spécifiquement pour les blessures de surutilisation des membres. Une étude sur des enfants allemands de dix à douze ans estime les coûts directs et indirects d'une blessure sportive musculosquelettique à 188€ (ET ±317) avec des coûts directs plus importants que les coûts indirects [9]. Une étude prospective réalisée durant trois ans sur une population de femmes sportives adultes montre que la plupart des blessures sportives musculosquelettiques ont un coût relativement faible voire nul. Cependant, dans quelques cas, ces coûts peuvent être particulièrement important et atteindre les 20 000 € [33].

b. Histoire naturelle :

L'histoire naturelle des blessures de surutilisation est difficile à décrire car celles-ci regroupent plusieurs types de blessures touchant des zones différentes. La littérature scientifique est globalement pauvre car basée principalement sur des opinions d'auteurs ainsi que sur des études rétrospectives [34]. Certaines blessures semblent persister plusieurs mois, voire plusieurs années [35]. Il manque à ce jour des études prospectives réalisées avec une méthode de surveillance adaptée pour pouvoir tirer des conclusions sur la durée de ces pathologies [34].

c. Causes

i. Du point de vue biologique :

Au niveau biologique, l'activité physique entraîne une augmentation du métabolisme cellulaire, la survenue de microlésions tissulaires ainsi qu'un état inflammatoire localisé [36] qui augmentent avec le volume d'entraînement [36]. Ce sont ces perturbations qui conditionnent le développement de réponses adaptatives qui caractérisent l'état d'entraînement [36]. Pour que cet état d'entraînement se développe dans des conditions optimales, une récupération entre les séances est nécessaire. Si la période de récupération est trop courte ou si l'activité physique est trop importante au regard des capacités biologiques cela peut favoriser l'apparition des blessures musculosquelettiques, en particulier des blessures de surutilisation [36].



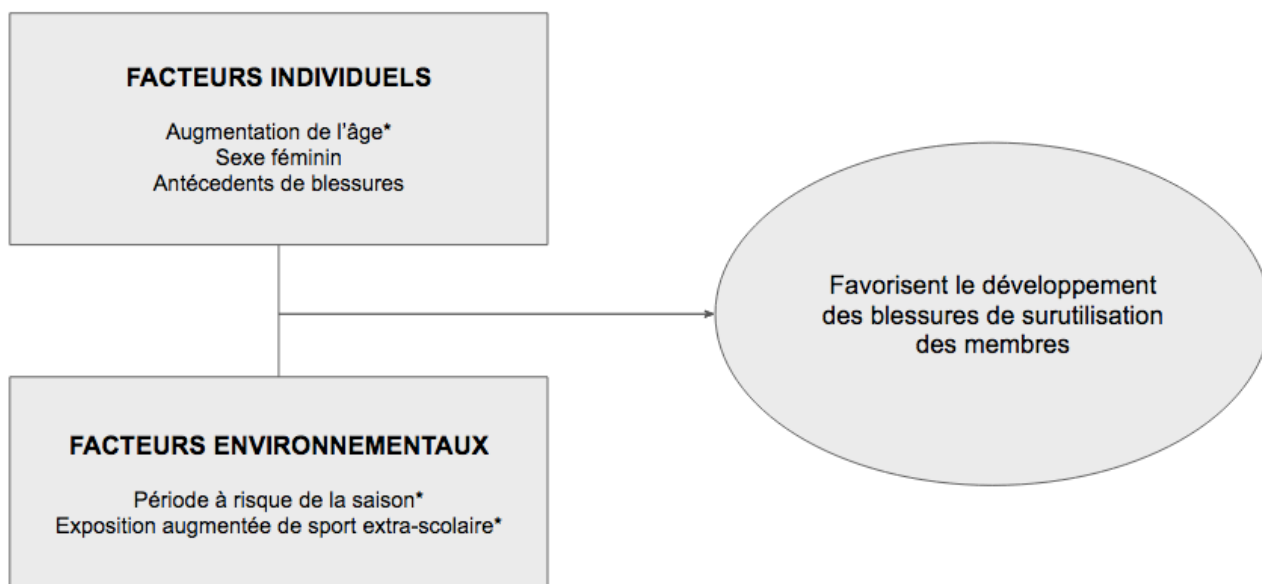
ii. Modèle étiologique des blessures de surutilisation des membres :

Un modèle des blessures sportives a été proposé par Meeuwisse en 2007 [37] et peut s'appliquer aux blessures de surutilisation des membres. D'après ce modèle, des facteurs intrinsèques et extrinsèques peuvent favoriser le développement des blessures chez l'individu. D'après l'étude concernant la population générale d'enfants [14], un seul facteur intrinsèque est identifié comme étant à risque pour le développement des blessures de surutilisation des membres. Il s'agit de l'augmentation de l'âge des participants (étudiée sur une population âgée de six à douze ans). Toujours d'après cette étude, les filles semblent plus à même de développer des blessures de surutilisation que les garçons sans qu'une différence significative soit retrouvée [14]. Cette observation est en accord avec plusieurs publications concernant les blessures musculosquelettiques chez les enfants [38-42]. En outre, le fait d'avoir déjà développé des blessures musculosquelettiques est un facteur de risque au développement de nouvelles blessures d'après la littérature [43-45]. Ce facteur n'est pas retrouvé dans l'étude de la population générale [14] mais au vu de son importance pour les pathologies musculosquelettiques, il semble nécessaire de le considérer.

Concernant les facteurs extrinsèques, toujours d'après l'étude de la population générale, deux facteurs sont considérés comme prédisposant au risque : les périodes à haut risque de la saison sportive [46] et l'augmentation de la pratique sportive extra-scolaire [14]. Ces informations ont été intégrées dans le modèle étiologique ci-après (figure 1) .



Figure 1 : Facteurs de risques identifiés des blessures de surutilisation chez les enfants.



Les « * » mettent en évidence les différences significatives ($p < 0,05\%$) retrouvées dans la population générale d'enfants [14].



PROBLÉMATIQUE GÉNÉRALE ET QUESTIONS DE RECHERCHE:

Le but de cette thèse était de déterminer si l'apparition des blessures de surutilisation des membres chez les enfants et adolescents différait selon le type de sports pratiqués. De plus, nous souhaitons comparer les résultats obtenus à ceux des adultes. Pour cela, les questions de recherches étaient les suivantes :

- 1) L'incidence, la localisation et les diagnostics des blessures de surutilisation chez les enfants et adolescents sont-ils différents en fonction du type de sport pratiqué? Les résultats obtenus sont-ils différents de ceux des adultes ?

- 2) Quelle est l'incidence des blessures de surutilisation des membres en fonction de l'exposition sportive ? Certains sports sont-ils plus à même de favoriser l'apparition de ce type de blessure ?



CONTRIBUTIONS DE RECHERCHE

Deux revues systématiques de la littérature ont été réalisées et une étude prospective a été menée pour répondre aux questions de recherches. Elles ont toutes les trois faits l'objet de publications dans des journaux scientifiques et se trouvent en annexe de cette thèse. Seuls les points clés de la méthode et les résultats principaux sont présentés ci-après.

1) Les revues systématiques

Les revues ont été publiées distinctement dans la littérature. Cependant elles seront présentées conjointement dans cette partie pour faciliter la comparaison des résultats.

a. Méthode

Le but de la première revue (cf annexe article 1) était de déterminer chez les enfants et adolescents l'incidence, la localisation et les diagnostics des blessures de surutilisation par sport et d'établir s'il existait une différence entre les sports. La seconde (cf annexe article 2) avait un but identique mais étudiait la population adulte.

La recherche bibliographique de la première revue a été réalisée en novembre 2014 puis réactualisée en juin 2016 sur PubMed, SPORTDiscuss, PsycINFO et Web of Sciences. Les mots-clés utilisés étaient: « overuse injuries OR cumulative trauma disorders OR musculoskeletal injuries » AND « extremity OR limb » AND « physical activity OR sport OR risk factor OR predictors OR exercises » AND « child OR adolescent OR young adults ». De plus, une recherche bibliographique manuelle a été réalisée.

La recherche bibliographique de la seconde revue a été effectuée en mai 2015 puis réactualisée en avril 2016. Celle-ci est identique en tout point à la précédente, la seule différence concerne l'élimination des mots clés « child OR adolescent OR young adults ».



Les critères d'inclusion étaient les suivants :

	Revue 1 : Enfants et adolescents	Revue 2 : Adultes
1	les études devaient être prospectives, rétrospectives, ou transversales	les études devaient être prospectives ou transversales
2	les individus devaient avoir 19 ans ou moins	au minimum 2/3 des participants devaient avoir 19 ans et plus
3	Il devait être clairement écrit dans les articles si les blessures étaient de surutilisation ou traumatiques (sans égard pour la définition utilisée)	
4	Les blessures devaient être rapportées en relation avec la pratique d'un sport en particulier	
5	L'échantillon étudié devait avoir un minimum de 50 individus, ne pas avoir été collecté en milieu médical ou dans des sous-groupes de population	

Parmi les cinq critères d'inclusion, seuls les deux premiers différaient entre les deux revues. Il a été choisi de ne pas inclure les études rétrospectives pour la revue chez les adultes car celles-ci étaient de faible qualité dans la revue des enfants et adolescents. De plus, l'âge des populations sélectionnées différait. Chez les adultes, il était accepté qu'une petite partie des participants ait moins de 19 ans. Cette décision a été prise suite à une recherche préliminaire qui identifiait un nombre d'articles très faible si seul les sujets de 19 ou plus étaient acceptés. Il a été décidé dans les deux revues de ne pas inclure les données collectées en milieu médical car elles ne mettent en évidence que les blessures les plus sévères. De plus, les échantillons récoltés sur des sous-groupes de populations (militaires ou issus d'un milieu socio-professionnel spécifique) ne sont pas représentatifs de la population des pratiquants des sports et n'ont donc pas été inclus.

Les revues ont suivi les recommandations P.R.I.S.M.A. [47]. La sélection des articles par le texte et l'extraction des données ont été faits à l'aveugle par deux personnes. Les informations descriptives, qualitatives et de résultats ont été présentées dans des tableaux. Il en est de même pour les définitions des blessures sportives et des blessures de surutilisation. Concernant



les tableaux de résultats, un premier tableau a été réalisé pour l'incidence, un second pour les localisations et un dernier pour les diagnostics. L'extraction des données dans les articles était difficile. De ce fait des stratégies ont été mises en place pour collecter et exposer les résultats obtenus. Concernant l'incidence, celle-ci a été rapportée lorsqu'elle était présentée dans les articles, de plus un taux de blessures considérant le nombre de blessures par rapport à l'exposition a aussi été rapporté. La localisation des blessures a été présentée dans un autre tableau. Puisque les localisations n'étaient pas toujours bien précisées, il a été décidé de faire ressortir le schéma global des blessures. Ainsi seuls les deux sites de blessures les plus fréquemment retrouvés ont été identifiés. La même stratégie a été mise en place pour les diagnostics. Les périostites, tendinopathies et bursites ont été automatiquement considérées comme affectant les membres et ont ainsi été intégrées dans le tableau des diagnostics. Cela peut donc entraîner une sous-estimation des autres diagnostics.

b. Résultats

Les recherches bibliographiques et manuelles identifiaient 753 articles dans la première revue parmi lesquels seulement neuf articles ont été inclus. Dans la seconde revue 1473 articles ont été identifiés pour dix articles inclus. Six sports étaient représentés chez les enfants et adolescents contre trois chez les adultes. Le football est le seul sport en commun entre ces deux populations et il est étudié dans onze des dix neuf articles inclus dans les revues.

Toutes les études étaient prospectives exceptées deux études qui étaient rétrospectives [48, 49]. Les échantillons étaient toujours prélevés dans des clubs sportifs, dans des écoles spécialisées ou dans des échantillons de sportifs ayant participé à des tournois. Les échantillons ont tous été sélectionnés en fonction des commodités.



Tableau 1 : Description des participants, du taux de participation, de la durée de l'étude et des méthodes de collection des blessures des articles inclus dans les revues [50, 51].

Pop.	Sports	Réf.	Sexe	Âge (min-max)	Niveau de performance	Taux de participation (%)	Durée de collecte des données	Méthode de collecte des données de blessures				Collecteur des données des blessures		
								Journal	Questionnaire	Entretien	Examen physique	Auto-évaluation	Entraîneur	Équipe médicale
E N F A N T S / A D O	Football	[52]	F	14,1-19,2	Compétition internationale	87,4	1 saison		X		X			X
		[53]	F	13-17	Compétition régionale	68,6	1 saison		X			X	X	X
		[54]	F	15-19	Compétition	100	8 saisons				X			X
	Handball	[55]	F	16-18	Compétition internationale	?	1 saison		X		X			X
	Course d'orientation	[56]	F+M	?	Compétition	?	1 saison			X				X
	Course à pied	[48]	F+M	13-18	?	63	?		X			X		
	Danse	[49]	F+M	<14	Compétition	?	7 saisons				X			X
	Gymnastique	[57]	F	7-18	?	?	3 saisons			X	X			X
[58]		F	7-15	Compétition régionale à internationale	64,7	3 saisons		X				X		
A D U L T E S	Football	[59]	M	?	Compétition internationale	?	2 saisons		X					X
		[28]	F	17-34	Compétition internationale	?	1 saison		X					X
		[27]	F	16-36	Compétition internationale	?	1 saison			X				X
		[60]	M	17-35	Compétition internationale	100	1 saison				X			X
		[61]	M	>16	Compétition	?	1 saison				X			X
		[30]	M	?	Compétition internationale	?	1 saison		X					X
		[62]	F	?	Compétition internationale	?	1 saison		X					X
		[29]	F+M	15-38	Compétition internationale	?	5 saisons		X					X
	Triathlon	[63]	F+M	?	Compétition internationale	63,5	26 semaines	X				X		
Volley de plage	[64]	F+M	?	Compétition internationale	?	?				X			X	

Réf. : Références

Pop. : Population

ADO : Adolescents

F : Féminin

M : Masculin



Dans la première revue, toutes les études ont été réalisées sur des filles ou sur une population mixte. Trois des études exploraient les enfants et adolescents (de 7 à 18 ans) et les six autres étaient uniquement constituées d'adolescents (≥ 12 ans). Dans la seconde revue, les deux sexes étaient explorés de manière relativement homogène. L'âge des participants était compris entre 15 et 38 ans, cependant la grande majorité des individus inclus avaient 19 et plus. Dans la revue des enfants et adolescents, le niveau des individus n'était pas toujours bien décrit, le cas échéant il variait d'un niveau de compétition régional à un niveau international. Chez les adultes, dans tous les articles les individus participaient à des tournois de niveau international, excepté un article dans lequel le niveau de compétition n'était pas indiqué.

Les études duraient en général une ou plusieurs saisons sportives. Le taux de participation était reporté dans moins de 50% des articles et dans les études prospectives le nombre de réponses à chaque suivi n'était jamais rapporté. Il en était de même pour le nombre de perdus de vue ainsi que leurs motifs. Les méthodes de collecte des blessures étaient similaires entre les deux revues : elles étaient dans la majorité des cas réalisées par questionnaire ou par examen physique. Généralement, c'était un membre de l'équipe médicale qui collectait les données.

La méthode et la fréquence de collecte de l'exposition sportive ne sont pas rapportées dans le tableau. L'exposition sportive était souvent mentionnée de manière peu précise, et dans un quart d'entre eux, elle n'était pas décrite du tout.



Tableau 2 : Critères utilisés pour enregistrer la blessure et la définir comme étant de surutilisation dans les articles inclus dans les deux revues [50, 51].

Pop.	Sports	Réf.	Critères utilisés pour enregistrer la blessure			Critères utilisés pour classer la blessure comme étant de surutilisation				
			Plainte	Perte de temps	Attention médicale	Micro-traumatismes répétés	Pas d'évènement unique identifié à l'origine de la douleur	Activité excessive pour les capacités physique	Survenue progressive	Autres
E N F A N T S / A D O	Football	[52]		X			X		X	
		[53]		X			X		X	
		[54]	X et	X		X				
	Handball	[55]		X						Basé sur le diagnostic
	Course d'orientation	[56]		X					X	
	Course à pied	[48]								Non défini
	Danse	[49]			X					Diagnostic d'exclusion
	Gymnastique	[57]		X					X	
[58]		X et	X					X		
A D U L T E S	Football	[59]		X			X		X	
		[28]		X			X		X	
		[27]		X			X			
		[60]		(X)	X		X			
		[61]		X						Basé sur le diagnostic
		[30]		X		X	X			
		[62]		X		X				
		[29]		X			X		X	
	Volley de plage	[63]		X ou	X				X	
Triathlon	[64]								Non défini	

Réf. : Références

Pop. : Population

ADO : Adolescents

Dans la grande majorité des cas, une blessure était enregistrée si elle entraînait une « perte de temps » de l'activité sportive. Seulement deux articles utilisaient le critère « attention médicale » et un article considérait soit l'un, soit l'autre. De plus, deux articles ne précisaient pas les critères utilisés pour enregistrer la blessure.

Concernant la classification de la blessure comme étant de surutilisation, deux articles ne définissaient pas du tout leur mode de classification. La grande majorité des articles se basait sur le mécanisme de survenue. Deux articles se basaient sur le diagnostic et un autre considérait la blessure de surutilisation comme étant un diagnostic d'exclusion de la blessure traumatique.



Tableau 3 : Incidence et proportion des blessures de surutilisation des membres en fonction du nombre d'heures d'exposition (rapportées pour 1000 heures) des articles inclus dans les revues [50, 51].

Pop.	Sports	Réf.	Incidence reportée dans les articles pour 1000 heures d'exposition	Proportion du nombre de blessures de surutilisation par rapport à l'exposition (rapportée pour 1000 heures)
E N F A N T S / A D O	Football	[52]	N.R.	1,80
		[53]	Douleur tendineuse des membres inférieurs : 0,5 Douleur de jambe antérieur : 0,3	0,73
		[54]	Tendinopathies : 0,36	0,36
	Handball	[55]	N.R.	0,4
	Course d'orientation	[56]	N.R.	N.C.
	Course à pied	[48]	N.R.	N.C.
	Danse	[49]	N.R.	N.C.
	Gymnastique	[57]	N.R.	0,72
		[58]	N.R.	0,10
	A D U L T E S	Football	[59]	N.R.
[28]			0,8	0,68
[27]			Entre 0,0 et 0,8 en fonction des zones	1,32
[60]			N.R.	N.C.
[61]			N.R.	1,89
[30]			Entre 0,03 et 2,0 en fonction des diagnostics et des zones touchées	2,94
[62]			N.R.	0,18
[29]			Entre 0 et 0,5 (en fonction du diagnostic associé à la zone)	N.C.
Triathlon		[63]	N.R.	8,39
Volley de plage		[64]	N.R.	13,32

Pop. : Population

Réf. : Références

ADO : Adolescents

N.R.: Non Rapporté dans les articles

N.C.: Non Calculé car les données des expositions sportives n'étaient pas rapportées dans les articles

L'incidence des blessures de surutilisation des membres n'était rapportée que dans six des dix-neuf articles inclus et uniquement pour des études concernant le football. Il est donc impossible de comparer l'incidence entre les sports. Cette dernière était toujours calculée en fonction de l'exposition sportive pour 1000 heures d'exposition toutefois elle l'était différemment d'un article à l'autre. En effet, elle pouvait être rapportée pour:

- un diagnostic (exemple : tendinopathie) ;
- une localisation (exemple : blessures de surutilisation au niveau du genou) ;
- une combinaison des deux (exemple : Osgood Schlatter) ;
- toutes les blessures de surutilisation des membres.




La proportion du nombre de blessures par rapport à l'exposition n'a pas pu être calculée pour tous les articles car l'exposition n'y était pas toujours rapportée. L'incidence et le taux de blessures par rapport à l'exposition étaient tous globalement autour d'une blessure pour 1000 heures d'exposition. Ce chiffre était plus élevé pour le triathlon et le volley de plage et se situait aux alentours de dix blessures (toujours pour 1000 heures d'exposition).



Tableau 4: Identification des deux sites de blessures de surutilisation les plus fréquemment retrouvés chez les enfants/adolescents et chez les adultes en se basant sur les revues systématique [50, 51].

		REVUE 1 ENFANTS ET ADOLESCENTS								REVUE 2 ADULTES									
Sports		Football			Hand- ball	Course d'orienta- tion	Course à pied	Danse	Gymnastique		Football						Triathlon	Volley de plage	
Références		[52]	[53]	[54]	[55]	[56]	[48]	[49]	[57]	[58]	[59]	[28]	[27]	[61]	[30]	[62]	[29]	[63]	[64]
Membres Supérieurs	Épaule																		
	Bras																		
	Coude																		
	Avant-bras																		
	Poignet																		
	Main/Doigts																		
Membres Inférieurs	Pelvis/hanche/aîne																		
	Cuisse																		
	Genou																		
	Jambe																		
	Cheville																		
	Pied/Orteils																		

 Zone étant considérée comme la plus souvent affectée.

 Seconde zone étant considérée comme la plus souvent affectée.

Les cases sont fusionnées lorsque les zones n'étaient pas dissociées dans les articles [49, 57].

Dans l'article [53] une seule zone était identifiée spécifiquement.

En cas d'égalité du nombre de blessures par zones, plusieurs cases pouvaient être identifiées comme étant à la première ou à la seconde place [52, 56, 63, 64].



Dans tous les articles inclus, le nombre de blessures de surutilisation des membres inférieurs était plus important que celui des membres supérieurs. Chez les enfants et adolescents, les blessures les plus fréquemment retrouvées touchaient le genou et en dessous et en particulier le genou et la jambe. Pour la gymnastique, le pied semblait être plus fréquemment touché que dans les autres sports. Quant à l'article concernant le handball [55], le coude apparaissait comme étant une zone fréquemment touchée. Le schéma observé chez les adultes était légèrement différent de celui observé chez les enfants ; les blessures de surutilisation chez les adultes touchaient principalement le genou et au-dessus (jusqu'au pubis). L'épaule apparaissait pour le volley de plage et le triathlon comme étant le second site de blessures le plus fréquemment observé.

Tableau 5 : Identification des deux diagnostics de surutilisation des membres les plus fréquemment retrouvés chez les enfants/adolescents et chez les adultes en se basant sur les revues systématiques [50, 51].

	REVUE 1 ENFANTS ET ADOLESCENTS							REVUE 2 ADULTES				
	Football			Hand- ball	Course d'orien- -tation	Course à pied	Gymna- -stique	Danse	Football			
Diagnostiques	[52]	[53]	[54]	[55]	[56]	[48]	[57]	[49]	[59]	[61]	[30]	[29]
Tendinopathie/ Bursite	Yellow	Red	Red	Red	Red	Yellow	Red	Red	Red	Yellow	Yellow	Red
Pathologie musculaire (élongation, déchirure,...)				Yellow						Red	Red	
Ostéocondrose									Grey	Grey	Grey	Grey
Fracture de fatigue												
Périostite	Red	Yellow			Yellow	Red						
Contusion												
Synovite	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey				
Fasciite	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey				
Meniscope/lésion cartilagineuse	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey	Grey				

- Diagnostic identifié comme étant le plus rapporté dans l'article.
- Diagnostic identifié comme étant le second diagnostic le plus rapporté dans l'article.
- Diagnostiques non listés dans les revues.

Plusieurs articles [27, 28, 49, 60, 62-64] ne sont pas inclus dans ce tableau car aucun diagnostic n'y était rapporté.



Dans plusieurs articles seul un diagnostic était rapporté, ainsi une seule case a pu être mise en surbrillance [29, 54, 57-59].

Concernant les diagnostics, les informations collectées sont imprécises et les méthodes utilisées pouvaient entraîner une surestimation de certains d'entre eux. La liste des diagnostics proposés entre les deux populations était différente : les ostéochondroses n'étaient pas citées chez les adultes ; à l'inverse les synovites, fasciites et les ménisques n'apparaissent que dans la liste des diagnostics des adultes. Chez les enfants/adolescents aucune différence n'était retrouvée entre les sports, et les diagnostics les plus souvent constatés étaient les tendinopathies/bursites et les périostites. Chez les adultes, les diagnostics n'étaient rapportés que dans les articles concernant le football rendant impossible les comparaisons entre les sports. Les diagnostics les plus souvent retrouvés étaient les tendinopathies/bursites et les pathologies musculaires.

A l'issue de ces deux revues, il apparaît que les informations présentes dans la littérature ne donnent que des réponses partielles aux questions de recherches.



2) Étude prospective réalisée sur les enfants

a. Méthode :

Pour déterminer l'incidence des blessures de surutilisation des membres en fonction des sports pratiqués et identifier l'existence de sports à risques, les données d'une étude prospective ont été analysées. L'étude a été réalisée au sein de dix écoles publiques au Danemark et est issue d'un projet dont le but était d'étudier l'impact sur la santé de l'augmentation de la pratique physique chez les enfants. Six écoles avaient augmenté le nombre d'heures de sport par semaine de deux à six heures. Les quatre autres conservaient le fonctionnement classique.

De nombreux paramètres étaient collectés pour suivre l'état de santé des enfants : le détail complet du protocole a été publié précédemment [65]. Pour répondre aux questions de recherche, l'exposition sportive extra-scolaire et les blessures de surutilisation des membres ont été considérées. Les données utilisées pour atteindre les objectifs fixés ont été collectées de manière continue pendant deux ans et demi hormis pendant les six semaines de vacances d'été et la semaine de Noël.

Afin de déterminer l'exposition sportive extra-scolaire, chaque dimanche les parents devaient répondre par SMS (Short Message Service, ou mini-message) à cette question : « Combien d'heures d'activité sportive organisée votre enfant a-t-il pratiqué au cours de la semaine précédente ? ». La consigne donnée aux parents était de répondre un chiffre allant de zéro à huit. Le chiffre correspondait au nombre d'heures de sport pratiqué. Si celui-ci était supérieur à sept, la réponse attendue était huit. Si ce chiffre était différent de zéro, un second SMS était envoyé pour déterminer le ou les types de sports pratiqués. Dix réponses étaient alors possibles : 1 – football ; 2 – handball ; 3 – basketball ; 4 – volleyball ; 5 – gymnastique acrobatique ; 6 – gymnastique artistique ; 7 - natation; 8 – équitation ; 9 – danse ; et 10 – autres sports. Cela permet donc de déterminer le nombre d'heures de sport pratiqué et son type. Néanmoins, si plus d'un



sport était pratiqué par semaine, il était impossible de déterminer l'exposition pour chacun des sports pratiqués.

Les douleurs musculosquelettiques étaient elles aussi collectées par SMS. Chaque dimanche, il était demandé aux parents si l'enfant avait ressenti un épisode douloureux au cours de la semaine précédente. Si la réponse était positive, les parents étaient contactés par téléphone le lundi suivant. Si l'épisode douloureux avait disparu entre temps, il n'était pas enregistré. Si la douleur persistait, un thérapeute (médecin généraliste, chiropracteur ou physiothérapeute) examinait gratuitement l'enfant dans un délai de quinze jours maximum. Si une pathologie était diagnostiquée, elle était répertoriée et enregistrée selon une classification médicale codifiée ICD-10 (International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems, 10th Revision). Dans le protocole, était considérée comme étant une blessure de surutilisation toute douleur qui :

i) n'était pas causée par un traumatisme et n'était pas survenue brutalement suite à un incident ;

ii) touchait une zone douloureuse qui correspondait à une structure qui avait été sollicitée de manière répétitive ;

iii) faisait suite à une activité considérée comme étant trop importante en regard de l'activité ordinaire et de la constitution et/ou de l'aptitude et de la force de l'enfant.

Pour qu'un cas soit considéré dans le calcul de l'incidence, il devait être précédé d'une semaine sans douleur. Pour être en accord avec le concept des blessures de surutilisation en particulier avec le fait que les blessures de surutilisation font suite à une activité répétitive, l'analyse de l'incidence a été réalisée en fonction de l'exposition sportive au cours des cinq semaines précédentes. Ainsi, seules les périodes de temps de cinq semaines successives durant lesquelles les enfants avaient pratiqué un seul type de sport ont été considérées. Différents sous-groupes d'exposition ont été rapportés: i) 1 à 5 heures ; ii) 6 à 10 heures ; iii) 11 à 15 heures ; iv) 16 à 20



heures et v) >20 heures.

De plus, une analyse multivariée a été réalisée pour identifier si des sports pouvaient être considérés comme des facteurs de risques des blessures de surutilisation.

b. Résultats

Au total 1270 enfants âgés de six à treize ans ont été inclus dans l'analyse. Le taux de réponse a été de 96%. Les résultats descriptifs de la population étudiée concernant le grade, le sexe et le type d'école sont rapportés dans le tableau 6.

Tableau 6 : Description du niveau de classe, et du type d'école et du sexe des 1270 enfants inclus dans l'étude CHAMPS

	N	Garçons (N= 607) %	Filles (N=663) %
Niveau de classe au début de l'étude			
0	227	47	53
1	253	47	53
2	272	54	46
3	252	45	55
4	266	45	55
Écoles sportives (6 leçons d'AP par semaine)	741	45	55
Écoles classiques (2 leçons d'AP par semaine)	529	51	49

AP: Activité physique

Grade 0: 6-8 ans; Grade 1: 7-9 ans; Grade 2: 8-10 ans; Grade 3: 9-11 ans; Grade 4: 10-12 ans

De nombreuses données ont du être exclues des analyses car les enfants pratiquaient plus d'un sport par semaine durant cinq semaines successives. Le nombre total de période ayant pu être analysé pour chaque sport est mis en évidence dans le tableau 7. Ce chiffre allait de 905 pour le basketball à 15490 pour le football.



Tableau 7: Nombre de périodes de cinq semaines successives durant lesquelles un seul type de sport était pratiqué dans l'étude prospective [66].

Sports	Périodes de cinq semaines successives durant lesquelles un seul type de sport était pratiqué
Football	15490
Handball	8484
Natation	5096
Équitation	4214
Gymnastique acrobatique	3787
Gymnastique artistique	1789
Danse	1473
Volleyball	978
Basketball	905



Tableau 8 : Incidence des blessures de surutilisation des membres en fonction de l'exposition sportive durant une période de cinq semaines.

Exposition par sport durant une période de 5 semaines		Incidence calculée pour 1000 heures d'exposition (95% intervalle de confiance)	
		Membre inférieur	Membre supérieur
Football	1-5 heures	0,6 (0,2-1)	-
	6-10 heures	0,9 (0-1,1)	0 (0-0)
	11-15 heures	1,2 (0,9-1,5)	0,1 (0-0,1)
	16-20 heures	1,5 (0,6-2,4)	-
	>20 heures	-	-
Handball	1-5 heures	1,1 (0,3-1,9)	0,1 (0-0,4)
	6-10 heures	1 (0,6-1,4)	0,1 (0-0,2)
	11-15 heures	1,2 (0,8-1,6)	0 (0-0,1)
	16-20 heures	1,7 (0,9-2,5)	0,2 (0-0,4)
	>20 heures	0,8 (0-2,5)	-
Natation	1-5 heures	0,4 (0,1-0,6)	0 (0-0,1)
	6-10 heures	0,2 (0-0,6)	-
	11-15 heures	0,9 (0,7-2,8)	-
	16-20 heures	1,3 (0-3,7)	-
	>20 heures	-	-
Équitation	1-5 heures	0.4 (0.1-0.8)	0.1 (0-0.3)
	6-10 heures	1.3 (0.4-2.2)	-
	11-15 heures	0.7 (0-1.3)	-
	16-20 heures	0.5 (0-1.2)	-
	>20 heures	0.4 (0-0.9)	0.1 (0-0.4)
Gymnastique acrobatique	1-5 heures	0.5 (0.1-0.9)	-
	6-10 heures	0.4 (0.1-0.9)	-
	11-15 heures	1.1 (0.1-2.2)	0.4(0-1.1)
	16-20 heures	2.6 (0-5.6)	-
	>20 heures	-	-
Gymnastique artistique	1-5 heures	0,3 (0-0,7)	0,1 (0-0,4)
	6-10 heures	0,2 (0-0,7)	-
	>11 heures	-	-
Danse	1-5 heures	0,6 (0-1,2)	-
	6-10 heures	0,5 (0-1,2)	-
	>11 heures	-	-
Volleyball	1-5 heures	-	-
	6-10 heures	0,8 (0-1,6)	-
	>11heures	-	-
Basketball	1-5 heures	1,0 (0-3,2)	-
	6-10 heures	0,3 (0-0,9)	-
	11-15 heures	1,1 (0-2,4)	-
	16-20 heures	3,3 (0-9,9)	-
	>20 heures	-	-

Le nombre total de blessures considérées est de 292 pour le membre inférieur et de 17 pour le membre supérieur. Pour tous les sports étudiés, le membre inférieur présentait un plus grand nombre de blessures que le membre supérieur. Dans de nombreux sous-groupe d'exposition, aucune blessure n'était apparue au niveau des membres supérieurs. Cela explique l'absence de données fréquentes dans la colonne de droite du Tableau 8. Pour le membre inférieur,



l'incidence retrouvée était généralement aux alentours d'une blessure pour 1000 heures d'exposition. Dans la plupart des sports, l'estimation de l'incidence des blessures des membres inférieurs donnait au moins une indication qu'il y avait une relation dose-effet, néanmoins sans différence significative.

Tableau 9 : Analyse multivariée permettant d'identifier les expositions à risque pour le développement des blessures de surutilisation des membres inférieurs, en contrôlant pour les facteurs : sexe, âge et type d'école.

Nombre de sessions pour chaque sport		Odds ratio (IC 95%)
Pas de pratique sportive		1
Football	1-5 heures	1,9 (1,4-2,6)
	6-10 heures	2,5 (1,8-3,4)
	11-15 heures	3,5 (2,4-5,0)
	>15 heures	4,2 (2,0-8,7)
Handball	1-5 heures	1,8 (1,3-2,9)
	6-10 heures	2,0 (1,5-2,4)
	11-15 heures	1,7 (1,1-2,8)
	>15 heures	1,5 (0,8-3,1)
Natation	≥1 heure	0,9 (0,6-1,2)
Équitation	1-5 heures	0,8 (0,5-1,4)
	6-10 heures	1,2 (0,5-3,0)
	>10 heures	0,8 (0,4-1,7)
Gymnastique acrobatique	1-5 heures	0,8 (0,5-1,3)
	6-10 heures	1,9 (1,0-3,3)
	>10 heures	NV
Gymnastique artistique	≥1 heure	NV
Danse	≥1 heure	NV
Volley de plage	≥1 heure	NV
Basketball	≥1 heure	NV

NV: Non Valable, car trop peu de données incluses pour réaliser l'analyse.

Étant donné le faible nombre de blessures des membres supérieurs, l'analyse multivariée n'a été réalisée que pour les blessures affectant les membres inférieurs. De plus, elle a été effectuée uniquement pour les cinq sports les plus pratiqués. Les quatre autres (basketball, volley-ball, danse et gymnastique artistique) présentaient un nombre de données insuffisant. Parmi les cinq sports analysés, deux sports sont considérés comme étant des facteurs de risque de



développement des blessures de surutilisation des membres inférieurs : le football et le handball.



DISCUSSION GÉNÉRALE :

1) Synthèse des résultats

La thèse visait à définir si l'apparition des blessures de surutilisation des membres différait en fonction des types de sports pratiqués et de déterminer s'il existait des différences entre la situation des enfants/adolescents et celle des adultes. Malheureusement, l'incidence de ces blessures n'est que peu fréquemment rapportée dans la littérature aussi bien pour les enfants/adolescents que pour les adultes, ne permettant ainsi pas de déterminer s'il existe une différence entre les sports. Cependant, les données de l'étude prospective d'une population générale d'enfants permettent de définir précisément l'incidence de ces blessures pour neuf sports. En moyenne, une à trois blessures surviennent pour 1000 heures d'exposition. Autrement dit, les individus doivent exercer beaucoup d'heures d'activité sportive pour développer une blessure de surutilisation. De plus, cette étude permet d'identifier deux sports comme étant des facteurs de risque pour le développement de ces blessures au niveau des membres inférieurs: le football et le handball.

Les revues systématiques ont montré qu'il existe peu de données scientifiques sur la localisation anatomique et les diagnostics des blessures de surutilisation des membres aussi bien chez les enfants que chez les adultes. Les blessures de surutilisation affectent plus souvent les membres inférieurs que les membres supérieurs et ceci pour tous les sports et pour les deux populations étudiées. Chez les enfants/adolescents, les sites identifiés comme étant les plus souvent touchés pour tous les sports sont le genou, la jambe et le pied. Cependant, la gymnastique cause plus de blessures au niveau des pieds que les autres sports. Chez les adultes, les blessures touchent principalement le genou et au-dessus (jusqu'au pubis); de plus, l'épaule est une zone fréquemment affectée. Concernant les diagnostics, ils restent identiques d'un sport à l'autre chez les enfants et adolescents. Chez les adultes, le manque d'informations dans la littérature nous empêche de comparer les diagnostics d'un sport à l'autre. On constate cependant que les



diagnostics diffèrent entre les enfants/adolescents et les adultes.

2) Discussion des résultats

a. Considérations méthodologiques des articles inclus dans les revues

i. Sélection des échantillons et généralisation des résultats

Dans les articles inclus dans les revues, les échantillons étudiés n'étaient pas sélectionnés de manière aléatoire mais en fonction des possibilités pratiques. Ce procédé est fréquemment utilisé dans la littérature sportive. En conséquence, il est important que les caractéristiques des individus soient précisées et, idéalement, que l'échantillon sélectionné ait été comparé avec la population générale des pratiquants de sport ou avec la population étudiée souhaitée. Cela n'a pas été réalisé dans les articles ; la généralisation des résultats est donc discutable. De plus, la plupart des populations étudiées dans les articles, en particulier concernant les adultes, était constituée de sportifs participant à des compétitions internationales. Ce sont donc des individus qui présentent des aptitudes supérieures voire exceptionnelles, optimisées grâce à des entraînements intensifs. Leur aptitude et leur exposition sportive diffèrent donc de celles de la population générale des pratiquants. Une revue s'intéressant aux blessures musculosquelettiques chez les snowboardeurs met en évidence des inégalités des blessures en fonction du niveau des individus [67]; les sportifs de haut niveau présenteraient moins de blessures mais celles-ci seraient plus graves. C'est probablement le cas pour les études incluses dans nos revues. Ainsi, les résultats obtenus sont difficilement généralisables à la population générale des pratiquants.

De plus, les taux de réponse des études étaient rarement rapportés dans les articles et jamais notifiés dans les études prospectives à chaque suivi. L'échantillon final n'était donc pas forcément représentatif de l'échantillon initial.

ii. Enregistrements et définition des blessures de surutilisation

Les critères utilisés dans les articles pour enregistrer les blessures étaient hétérogènes,



cependant le critère « perte de temps » était le plus représenté. D'après la littérature, la plupart des blessures de surutilisation n'entraînent pas d'arrêt de la pratique sportive, en conséquence l'utilisation de ce critère serait à l'origine d'une sous-estimation de ces blessures [68]. Pour cette raison, ce critère est déconseillé pour l'estimation des blessures de surutilisation [68].

Pour considérer la blessure comme étant de surutilisation, le mode de classification majoritairement utilisé dans les articles était basé sur le mécanisme de survenue de la douleur. Néanmoins, les critères utilisés pour définir les mécanismes variaient dans les articles, ce qui a pu être à l'origine de différences dans la sélection des blessures. Il semblerait cependant que les articles qui utilisaient le mécanisme comme mode de classification considéraient en fait la blessure de surutilisation comme un diagnostic d'exclusion de la blessure traumatique. De ce fait les différences de critères des mécanismes dans les articles n'avaient peu voire pas d'importance.

Quand la classification n'était pas réalisée en fonction du mécanisme de survenue, elle était basée sur le diagnostic. Ce mode de classification est déconseillé dans la littérature [68] car certains diagnostics qui surviennent en général de manière progressive peuvent aussi survenir brutalement suite à un événement traumatique comme c'est le cas pour les tendinopathies [69, 70]. Ainsi, pour éviter les ambiguïtés, il est conseillé d'utiliser le mécanisme de survenue de la douleur pour la classification des blessures [68].

b. L'incidence

Malgré les différences de méthodes, l'incidence obtenue via l'étude prospective est proche des taux de blessures observées dans les études incluses dans les revues. Elle est aux alentours d'une blessure pour 1000 heures d'exposition. Cela suggère qu'il faut un nombre important d'heures d'exposition pour développer une blessure de surutilisation. Cependant, si on applique ce chiffre à un club de sport de cinquante participants qui s'entraînent quatre heures par semaine, on constaterait en moyenne une blessure par mois. Ces blessures sont donc fréquentes au



sein de clubs sportifs. Ce chiffre était plus important pour les adultes pratiquant le triathlon et le volley de plage, toutefois les différences méthodologiques entre les articles rendent les comparaisons impossibles et ne permettent pas de déterminer si ces deux sports sont plus à risque pour le développement de blessures de surutilisation des membres que les autres.

Il était attendu que le nombre de blessures augmenterait progressivement en fonction de l'exposition car cela avait déjà été mis en évidence dans la littérature pour la population générale d'enfants [14]. Dans notre étude prospective, bien que l'incidence estimée pour chaque sport respecte ce schéma attendu, cette différence n'est pas significative, probablement suite au faible nombre de données incluses dans les différents sous-groupes.

A l'issue des revues et de l'étude prospective, seuls deux sports sont considérés comme des facteurs de risque des blessures de surutilisation au niveau des membres inférieurs : le football et le handball. Quatre sports n'ont cependant pas pu être analysés dans l'étude prospective, faute de données suffisantes : le basketball, le volleyball, la danse et la gymnastique artistique. Le basketball présente une incidence assez similaire à celle observée dans le handball, de surcroît, les contraintes mécaniques entre ces deux sports sont particulièrement similaires pour les membres inférieurs. La pratique du basketball aurait eu de grandes chances d'être considérée comme un facteur de risque si l'analyse avait pu être réalisée. Les trois autres sports ne présentaient pas ce même schéma.

c. Localisations des blessures

D'après la littérature, les blessures de surutilisation des membres chez les enfants touchent majoritairement les jambes, les genoux, puis les pieds [14] ce qui, globalement, est en accord avec les observations de notre revue. La revue sur les enfants permet en outre de mettre en évidence le fait que les localisations des blessures chez les enfants ne changent quasiment pas d'un sport à l'autre excepté pour la gymnastique. Les impacts importants et répétés



découlant de la pratique de ce sport peuvent expliquer la fréquence des blessures plus importante au niveau des pieds [71].

Chez les adultes, d'après notre revue, le pubis, la cuisse et les genoux apparaissent comme étant des zones fréquemment affectées. La majorité des articles concernaient le football qui sollicite particulièrement ces zones [72]. De plus, l'épaule apparaît comme étant fréquemment affectée dans le triathlon et le volley de plage, ce qui est assez logique au regard des stress mécaniques subis par cette zone. Les trois sports étudiés dans notre revue (football, triathlon et volley de plage) ne sollicitent moins le membre supérieur que le membre inférieur. Ainsi, l'hypothèse est la suivante : pour les adultes, dans des sports sollicitant majoritairement les membres supérieurs, le taux de blessures pourrait être plus important au niveau du membre supérieur. Bien que nous ne soyons pas en mesure de conclure sur le sujet, cette supposition tend à être supportée dans la littérature pour le golf [73, 74].

Les stress mécaniques répétitifs induits par la pratique des sports joueraient un rôle plus important chez les adultes que chez les enfants pour la distribution anatomique des blessures de surutilisation.

d. Diagnostics des blessures

Il y a peu d'évidences scientifiques concernant les diagnostics des blessures. D'après la revue sur les enfants et adolescents, les diagnostics ne diffèrent pas entre les sports. Toujours d'après cette revue, les diagnostics les plus fréquemment retrouvés sont les tendinopathies/bursites et les périostites. Cette observation va à l'encontre de la littérature, dans laquelle l'apophysite est le diagnostic le plus représenté [14]. Cette différence découle très probablement de la méthode d'extraction des données de la revue qui avait de grand chance d'entraîner une surestimation de certains diagnostics susceptibles d'affecter uniquement les membres tel que les périostites/bursites et les tendinopathies contre les diagnostics pouvaient affecter aussi



bien les membres que la colonnes tel que les apophysites.

Les listes des diagnostics étaient différentes entre les deux revues. L'apophysite que l'on retrouve chez les enfants et adolescents n'est pas listée dans la revue des adultes. Cela paraît logique car il s'agit d'une pathologie affectant l'adolescent, qui fait suite à un développement musculaire important alors que la maturité osseuse n'est pas achevée [75]. Les trois diagnostics retrouvés uniquement chez les adultes (la synovite, la fasciite et la méniscope) surviennent, en général, dans le cas de pathologie inflammatoire ou dans un contexte dégénératif [76, 77]. Elles ont donc bien plus de probabilité d'affecter les sujets d'âges avancés.

Le peu d'informations collectées concernant les diagnostics ne permet pas de déterminer si le sport influence les structures lésées. Cependant, on constate que l'âge joue un rôle majeur dans la détermination des structures lésées en ce qui concerne les blessures de surutilisation d'où l'importance d'étudier séparément les enfants/adolescents des adultes.

3) Limites et forces de la thèse

Les revues incluses dans cette thèse n'ont pas abouti à des méta-analyses car les informations obtenues étaient insuffisantes et hétérogènes. Toutefois, ce sont des revues systématiques, elles ont donc pour avantage de faire un bilan des connaissances actuelles et d'être à un haut niveau de preuve [78]. Les articles étaient inclus uniquement s'ils étaient écrits en anglais, français ou en langues scandinaves. Cela restreint l'accès aux articles publiés dans les autres langues ; ce n'est cependant pas problématique car 95% des articles de bonne qualité sont publiés en anglais [79-81]. De plus, la recherche bibliographique a été effectuée sur plusieurs bases de données et moteurs de recherche en collaboration avec une bibliothécaire spécialisée de l'Université Paris-Saclay favorisant une optimisation de la recherche.



A notre connaissance, aucune grille de lecture ou de qualité de la littérature ne pouvait être utilisée pour les revues, nous obligeant ainsi à en créer. Ces grilles ne sont donc pas validées mais elles ont pour avantage d'être adaptées au sujet étudié.

L'extraction des données de résultats dans les articles était complexe car les résultats étaient souvent rapportés de manière non spécifique pour les blessures de surutilisation. Les méthodes utilisées pour extraire les données ont pu entraîner des surestimations de certains diagnostics. Pour comparer les taux de blessures d'un sport à l'autre, alors que l'incidence n'était pas précisée dans les articles inclus, la proportion du nombre des blessures par rapport à l'exposition sportive a été calculée. Cela démontre la volonté de proposer des solutions malgré le fait que la littérature actuelle ne présente que peu d'informations pertinentes sur le sujet.

L'étude prospective présente une grande force de par sa méthodologie. Tout d'abord, il s'agit d'une étude d'une population générale d'un nombre important d'enfants réalisée dans dix écoles publiques permettant ainsi de généraliser les résultats. Les données étaient collectées de manière hebdomadaire, diminuant ainsi la période de remémoration. Les enfants ont été suivis pendant deux ans et demi avec un taux de réponse très élevé (96%). Ce taux de réponse s'explique par la méthode employée: 1) la collecte de données était peu contraignante car réalisée par SMS et 2) les enfants inclus dans l'étude pouvaient bénéficier de soins gratuits en cas de douleurs incitant ainsi les parents à prendre part au projet. Le nombre de perdus de vue était très faible et ils faisaient principalement suite à des événements de vie de type déménagement. Le mode de collecte des données, qui consiste à évaluer la présence de douleur par SMS et à réaliser un examen clinique si une douleur est présente, est idéal pour estimer correctement les blessures. Cette méthode avait déjà été recommandée dans la littérature [22]. De plus, l'enregistrement des blessures en se basant sur la classification médicale codifiée est une force supplémentaire.

Cependant, une difficulté est apparue dans la méthode au moment de l'analyse : il était



impossible d'inclure les données quand un individu pratiquait plus d'un sport par semaine car il était impossible de déterminer la charge horaire pour chacun des sports. Cela a rendu infaisable l'étude des interactions entre les sports et a diminué le nombre de données pouvant être incluses dans l'analyse. La résultante étant que certains sports présentant peu de participants n'ont pas pu être considérés dans l'analyse des sports à risque. Le basketball aurait, très probablement, pu comme le football et le handball, être considéré comme étant à risque si le nombre de données avait été suffisant.

Concernant l'analyse des résultats, l'incidence a été calculée pour la première fois dans la littérature en fonction de sous-groupes d'exposition au cours de cinq semaines successives. Cette méthode de calcul est en accord avec le concept biologique des blessures de surutilisation et permet d'explorer la relation dose-effet. De plus, cette façon de procéder est particulièrement pratique pour comprendre les expositions à risque et délivrer des recommandations. Cependant, la période de cinq semaines a été choisie aléatoirement et cela rend impossible les comparaisons avec les données obtenues dans la littérature.

4) Recommandations pour la réalisation d'études:

D'après les constatations faites dans cette thèse, des recommandations sont émises pour la réalisation des prochaines études sur les blessures de surutilisation.

Le schéma d'étude prospectif est le plus adéquat en utilisant des mesures fréquentes et répétitives [68]. L'échantillon étudié peut-être de deux types : 1) une population bien décrite de pratiquants choisis dans un ou plusieurs clubs sportifs ou instituts spécialisés, ou bien 2) dans une population générale d'enfants, d'adolescents ou adultes, selon les besoins. Il est important de distinguer ces deux populations lors de l'étude car les blessures de surutilisation sont différentes dans ces deux groupes.



L'exposition sportive doit être collectée de manière hebdomadaire et individuelle. Elle peut l'être soit directement par l'entraîneur, soit par l'individu lui-même avec une technique peu contraignante de type SMS. Si plusieurs sports sont pratiqués, il est important de déterminer pour chaque sport le nombre d'heures pratiquées.

La méthode de collecte idéale des blessures dépend de la situation. Dans le cas où la population est suivie dans un club sportif, une équipe médicale doit être à disposition lors de chaque entraînement et match pour examiner les douleurs des joueurs. Dans le cas d'une population générale, les participants doivent être suivis de manière hebdomadaire par SMS pour savoir s'ils présentent des douleurs. En cas d'apparition de douleur, un thérapeute doit examiner l'individu dans un laps de temps relativement court : environ une semaine. Lors de l'enregistrement de ces blessures, l'utilisation d'une classification standardisée de type ICD (International Classification of Disease) est conseillée [82].

La définition de la blessure de surutilisation recommandée est la suivante, celle-ci doit :

- 1) ne pas être causée par un traumatisme et ne pas survenir brutalement suite à un incident ;
- 2) toucher une zone qui correspond à une structure qui a été sollicitée de manière répétitive, et éventuellement avec une période de récupération considérée comme insuffisante ;
- 3) faire suite à une activité considérée comme étant trop importante en regard de l'activité ordinaire et de la constitution et/ou de l'aptitude et de la force de l'individu.

La méthode utilisée dans les études doit être définie précisément pour que les résultats entre les études puissent être comparés. Les caractéristiques des individus (âge, sexe, niveau d'expertise) doivent être rapportées et comparées à la population qui nous intéresse. L'exposition des résultats doit être réalisée de manière précise pour les diagnostics et pour les localisations. Dans le cas où plusieurs sports sont étudiés, les résultats doivent être présentés pour chaque



sport.

Pour déterminer l'incidence des blessures de surutilisation, il est conseillé de rapporter l'incidence pour chaque sport en fonction de l'exposition au cours de plusieurs semaines successives et pour différents sous-groupes i) 1 à 5 heures ; ii) 6 à 10 heures ; iii) 11 à 15 heures ; iv) 16 à 20 heures et v) >20 heures.



CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Ce travail permet de conclure que pour tous les âges étudiés et pour tous les sports étudiés, les membres inférieurs sont plus touchés par les blessures de surutilisation que les membres supérieurs. Cependant les zones lésées varient en fonction des demandes physiologiques et biomécaniques. Les sports considérés comme étant des facteurs de risque pour le développement de ces blessures sont le football et le handball. Pour autant, cette liste demeure non exhaustive car de nombreux sports n'ont pas été étudiés.

D'un point de vue clinique, cela permet de fournir des conseils basés sur des faits scientifiques pour prévenir et/ou expliquer l'apparition de ces blessures. D'un point de vue de santé publique, il est encourageant de voir que ces blessures requièrent beaucoup d'heures d'exposition sportive pour se développer. La pratique d'activité sportive, au regard des nombreux bénéfices qu'elle apporte, reste donc largement conseillée.

Toutefois, si on considère la situation pour un club de sport, la survenue de ces blessures au cours d'une saison sportive est fréquente et poursuivre l'exploration pour mieux comprendre leur origine et leur conséquence paraît important.

La littérature manque d'études bien construites décrivant les populations considérées, adoptant la même définition des blessures de surutilisation, rapportant à la fois les taux de blessures, les diagnostics et les localisations, en fonction du sexe et de l'âge des individus. Cela permettrait d'avoir une meilleure surveillance des taux de blessures et de comparer leur survenue en fonction des différents types de pratiques sportives. De surcroit, des études prospectives de la population générale permettraient de considérer l'accumulation de plusieurs pratiques sportives durant une même période et d'en identifier leurs possibles interactions. Ces différentes études permettraient d'avoir une meilleure compréhension des circonstances d'apparition de ces blessures et par



conséquent de fournir des recommandations afin de profiter des avantages de l'activité sportive tout en minimisant la survenue de ces blessures.



Références :

1. Hills AP, King NA, Armstrong TP. The contribution of physical activity and sedentary behaviours to the growth and development of children and adolescents: implications for overweight and obesity. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2007;37(6):533-45.
2. Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *The international journal of behavioral nutrition and physical activity*. 2010;7:40.
3. Hebert JJ, Moller NC, Andersen LB, Wedderkopp N. Organized Sport Participation Is Associated with Higher Levels of Overall Health-Related Physical Activity in Children (CHAMPS Study-DK). *PloS one*. 2015;10(8):e0134621.
4. Global health risks: mortality and burden of disease attributable to selected major risks. World Health Organisation 2009.
5. Husk K, Lovell R, Cooper C, Stahl-Timmins W, Garside R. Participation in environmental enhancement and conservation activities for health and well-being in adults: a review of quantitative and qualitative evidence. *The Cochrane database of systematic reviews*. 2016(5):Cd010351.
6. Conn JM, Annett JL, Gilchrist J. Sports and recreation related injury episodes in the US population, 1997-99. *Injury prevention : journal of the International Society for Child and Adolescent Injury Prevention*. 2003;9(2):117-23.
7. Finch C, Valuri G, Ozanne-Smith J. Sport and active recreation injuries in Australia: evidence from emergency department presentations. *Br J Sports Med*. 1998;32(3):220-5.
8. L Abernethy DM. Impact of school sports injury. *British Journal of Sports Medicine*. 2003.
9. Collard. Economic burden of physical activity-related injuries in Dutch children aged 10-12. *Br J Sports Med* 2011.
10. Clarsen B, Bahr R, Heymans MW, Engedahl M, Midtsundstad G, Rosenlund L, et al. The prevalence and impact of overuse injuries in five Norwegian sports: Application of a new surveillance method. *Scand J Med Sci Sports*. 2015;25(3):323-30.
11. Dekker R, van der Sluis CK, Groothoff JW, Eisma WH, ten Duis HJ. Long-term outcome of sports injuries: results after inpatient treatment. *Clinical rehabilitation*. 2003;17(5):480-7.
12. Dekker R, Groothoff JW, van der Sluis CK, Eisma WH, Ten Duis HJ. Long-term disabilities and handicaps following sports injuries: outcome after outpatient treatment. *Disability and rehabilitation*. 2003;25(20):1153-7.
13. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006;40:193-201.
14. Jespersen E, Holst R, Franz C, Rexen CT, Klakk H, Wedderkopp N. Overuse and traumatic extremity injuries in schoolchildren surveyed with weekly text messages over 2.5 years. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;24(5):807-13.
15. <http://www.sports.gouv.fr/pratiques-sportives/sante-bien-etre/Donnees-scientifiques/> (23/01/17).
16. Enquête pratique physique et sportive 2010, CNDS/ direction des sports, INSEP, MEOS. . www.wirids-idffr/fileadmin/DataStorageKit/IRDS//Stat_Info_0111_decembre2010pdf.
17. La pratique des activités physiques et sportives en France: Résultats de l'enquête menée en 2010 par le ministère en charge des Sports et l'Institut National du Sport, et de l'Expertise et de la performance. sports.gouv.fr/IMG/archives/pdf/Stat-aps2002.pdf (19/01/17). www.injep.fr/sites/default/files/documents/pratique-sportivepdf.
18. Orchard J, Newman D, Stretch R, Frost W, Mansingh A, Leipus A. Methods for injury surveillance in international cricket. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia*. 2005;8(1):1-14.



19. Orchard JW, Ranson C, Olivier B, Dhillon M, Gray J, Langley B, et al. International consensus statement on injury surveillance in cricket: a 2016 update. *Br J Sports Med.* 2016;50(20):1245-51.
20. Fuller CW, Molloy MG, Bagate C, Bahr R, Brooks JH, Donson H, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures for studies of injuries in rugby union. *Br J Sports Med.* 2007;41(5):328-31.
21. Junge A, Engebretsen L, Alonso JM, Renstrom P, Mountjoy M, Aubry M, et al. Injury surveillance in multi-sport events: the International Olympic Committee approach. *Br J Sports Med.* 2008;42(6):413-21.
22. Palmer-Green D, Fuller C, Jaques R, Hunter G. The Injury/Illness Performance Project (IIPP): A Novel Epidemiological Approach for Recording the Consequences of Sports Injuries and Illnesses. *Journal of sports medicine (Hindawi Publishing Corporation).* 2013;2013:523974.
23. Roos KG, Marshall SW. Definition and usage of the term "overuse injury" in the US high school and collegiate sport epidemiology literature: a systematic review. *Sports medicine (Auckland, NZ).* 2014;44(3):405-21.
24. Drago JL, Braun HJ, Durham JL, Chen MR, Harris AH. Incidence and risk factors for injuries to the anterior cruciate ligament in National Collegiate Athletic Association football: data from the 2004-2005 through 2008-2009 National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System. *The American journal of sports medicine.* 2012;40(5):990-5.
25. Agel J, Palmieri-Smith RM, Dick R, Wojtys EM, Marshall SW. Descriptive epidemiology of collegiate women's volleyball injuries: National Collegiate Athletic Association Injury Surveillance System, 1988-1989 through 2003-2004. *Journal of athletic training.* 2007;42(2):295-302.
26. Jespersen E, Rexen CT, Franz C, Moller NC, Froberg K, Wedderkopp N. Musculoskeletal extremity injuries in a cohort of schoolchildren aged 6-12: A 2.5-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports.* 2014.
27. Jacobson I, Tegner Y. Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study. *Scand J Med Sci Sports.* 2007;17(1):84-91.
28. Tegnander A, Olsen OE, Moholdt TT, Engebretsen L, Bahr R. Injuries in Norwegian female elite soccer: a prospective one-season cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc.* 2008;16(2):194-8.
29. Ekstrand J, Hagglund M, Fuller CW. Comparison of injuries sustained on artificial turf and grass by male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports.* 2011;21(6):824-32.
30. Eirale C, Farooq A, Smiley FA, Tol JL, Chalabi H. Epidemiology of football injuries in Asia: a prospective study in Qatar. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia.* 2013;16(2):113-7.
31. Albers IS, Zwerver J, Diercks RL, Dekker JH, Van den Akker-Scheek I. Incidence and prevalence of lower extremity tendinopathy in a Dutch general practice population: a cross sectional study. *BMC musculoskeletal disorders.* 2016;17:16.
32. de Jonge S, van den Berg C, de Vos RJ, van der Heide HJ, Weir A, Verhaar JA, et al. Incidence of midportion Achilles tendinopathy in the general population. *Br J Sports Med.* 2011;45(13):1026-8.
33. Kaplan RM, Herrmann AK, Morrison JT, DeFina LF, Morrow JR, Jr. Costs associated with women's physical activity musculoskeletal injuries: the women's injury study. *Journal of physical activity & health.* 2014;11(6):1149-55.
34. Scharfbillig RW, Jones S, Scutter SD. Sever's disease: what does the literature really tell us? *Journal of the American Podiatric Medical Association.* 2008;98(3):212-23.
35. Krause BL, Williams JP, Catterall A. Natural history of Osgood-Schlatter disease. *Journal of pediatric orthopedics.* 1990;10(1):65-8.
36. W. WJHCDLLK. *Physiologie du sport et de l'exercice. Sciences et Pratiques du Sport.* 2009;4ème édition.



37. Meeuwisse WH, Tyreman H, Hagel B, Emery C. A dynamic model of etiology in sport injury: the recursive nature of risk and causation. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2007;17(3):215-9.
38. Radelet MA, Lephart SM, Rubinstein EN, Myers JB. Survey of the injury rate for children in community sports. *Pediatrics*. 2002;110(3):e28.
39. Le Gall F, Carling C, Reilly T, Vandewalle H, Church J, Rochcongar P. Incidence of injuries in elite French youth soccer players: a 10-season study. *Am J Sports Med*. 2006;34(6):928-38.
40. Rauh MJ, Koepsell TD, Rivara FP, Margherita AJ, Rice SG. Epidemiology of musculoskeletal injuries among high school cross-country runners. *American journal of epidemiology*. 2006;163(2):151-9.
41. Gerberich SG, Finke R, Madden M, Priest JD, Aamoath G, Murray K. An epidemiological study of high school ice hockey injuries. *Child's nervous system : ChNS : official journal of the International Society for Pediatric Neurosurgery*. 1987;3(2):59-64.
42. Rauh MJ, Margherita AJ, Rice SG, Koepsell TD, Rivara FP. High school cross country running injuries: a longitudinal study. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2000;10(2):110-6.
43. Emery CA, Meeuwisse WH, Hartmann SE. Evaluation of risk factors for injury in adolescent soccer: implementation and validation of an injury surveillance system. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(12):1882-91.
44. Kucera KL, Marshall SW, Kirkendall DT, Marchak PM, Garrett WE, Jr. Injury history as a risk factor for incident injury in youth soccer. *Br J Sports Med*. 2005;39(7):462.
45. Caine D, Caine C, Maffulli N. Incidence and distribution of pediatric sport-related injuries. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*. 2006;16(6):500-13.
46. Jespersen E, Holst R, Franz C, Rexen CT, Wedderkopp N. Seasonal variation in musculoskeletal extremity injuries in school children aged 6-12 followed prospectively over 2.5 years: a cohort study. *BMJ Open*. 2014;4(1):e004165.
47. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):e1-34.
48. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, Collado H, Sainani KL, Fredericson M. Overuse injuries in high school runners: lifetime prevalence and prevention strategies. *PM & R : the journal of injury, function, and rehabilitation*. 2011;3(2):125-31; quiz 31.
49. Leanderson C, Leanderson J, Wykman A, Strender LE, Johansson SE, Sundquist K. Musculoskeletal injuries in young ballet dancers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19:1531-5.
50. Cheron C, Le Scanff C, Leboeuf-Yde C. Association between sports type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review. *Chiropractic & manual therapies*. 2016;24:41.
51. Cheron C, Le Scanff C, Leboeuf-Yde C. Association between sports type and overuse injuries of extremities in adults: a systematic review. *Chiropractic & manual therapies*. 2017;25:4.
52. Soderman K, Adolphson J, Lorentzon R, Alfredson H. Injuries in adolescent female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11(5):299-304.
53. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *British Medical Journal*. 2008;337:a2469.
54. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. *The American journal of sports medicine*. 2008;36(2):276-84.



55. Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 1999;9(1):41-7.
56. Johansson C. Injuries in elite orienteers. *The American journal of sports medicine*. 1986;14(5):410-5.
57. Caine DK, K., Howe, W.; Keeler, L.; Lianne, Sheppard L.; Henrichs DF, J. A three-year epidemiological study of injuries affecting young female gymnasts. *Physical Therapy in Sport*. 2003;4:10-23.
58. Lindner KJ, Caine DJ. Injury patterns of female competitive club gymnasts. *Can J Sport Sci*. 1990;15(4):254-61.
59. Kristenson K, Bjerneboe J, Walden M, Andersen TE, Ekstrand J, Hagglund M. The Nordic Football Injury Audit: higher injury rates for professional football clubs with third-generation artificial turf at their home venue. *Br J Sports Med*. 2013;47(12):775-81.
60. Luthje P, Nurmi I, Kataja M, Belt E, Helenius P, Kaukonen JP, et al. Epidemiology and traumatology of injuries in elite soccer: a prospective study in Finland. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6(3):180-5.
61. Nielsen AB, Yde J. An epidemiologic and traumatologic study of injuries in handball. *International journal of sports medicine*. 1988;9(5):341-4.
62. Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in female soccer players: a prospective study in the German national league. *The American journal of sports medicine*. 2005;33(11):1694-700.
63. Andersen CA, Clarsen B, Johansen TV, Engebretsen L. High prevalence of overuse injury among iron-distance triathletes. *Br J Sports Med*. 2013;47(13):857-61.
64. Bahr R, Reeser JC. Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Federation Internationale de Volleyball beach volleyball injury study. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(1):119-25.
65. Wedderkopp N, Jespersen E, Franz C, Klakk H, Heidemann M, Christiansen C, et al. Study protocol. The Childhood Health, Activity, and Motor Performance School Study Denmark (The CHAMPS-study DK). *BMC pediatrics*. 2012;12:128.
66. Cheron C, Leboeuf-Yde C, Le Scuff C, Jespersen E, Rexen CT, Franz C, et al. Leisure-time sport and overuse injuries of extremities in children age 6-13, a 2.5 years prospective cohort study: the CHAMPS-study DK. *BMJ Open*. 2017;7(1):e012606.
67. Wijdicks CA, Rosenbach BS, Flanagan TR, Bower GE, Newman KE, Clanton TO, et al. Injuries in elite and recreational snowboarders. *Br J Sports Med*. 2014;48(1):11-7.
68. Bahr R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med*. 2009;43(13):966-72.
69. Jozsa L, Kannus P. Histopathological findings in spontaneous tendon ruptures. *Scand J Med Sci Sports*. 1997;7(2):113-8.
70. van Dijk CN, van Sterkenburg MN, Wiegerinck JI, Karlsson J, Maffulli N. Terminology for Achilles tendon related disorders. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(5):835-41.
71. Vormittag K, Calonje R, Briner WW. Foot and ankle injuries in the barefoot sports. *Current sports medicine reports*. 2009;8(5):262-6.
72. Larruskain J, Lekue JA, Diaz N, Odriozola A, Gil SM. A comparison of injuries in elite male and female football players: A 5-Season prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2017.
73. Gosheger G, Liem D, Ludwig K, Greshake O, Winkelmann W. Injuries and overuse syndromes in golf. *The American journal of sports medicine*. 2003;31(3):438-43.
74. McHardy A, Pollard H, Luo K. Golf injuries: a review of the literature. *Sports medicine (Auckland, NZ)*. 2006;36(2):171-87.
75. Longo UG, Ciuffreda M, Locher J, Maffulli N, Denaro V. Apophyseal injuries in children's and youth sports. *British medical bulletin*. 2016;120(1):139-59.
76. Pollack A, Britt H. Plantar fasciitis in Australian general practice. *Australian family physician*. 2015;44(3):90-1.



77. Snoeker BA, Bakker EW, Kegel CA, Lucas C. Risk factors for meniscal tears: a systematic review including meta-analysis. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy*. 2013;43(6):352-67.
78. Durieux N, Vandenput S, Pasleau F. [OCEBM levels of evidence system]. *Revue medicale de Liege*. 2013;68(12):644-9.
79. Juni P, Holenstein F, Sterne J, Bartlett C, Egger M. Direction and impact of language bias in meta-analyses of controlled trials: empirical study. *International journal of epidemiology*. 2002;31(1):115-23.
80. Moher D, Fortin P, Jadad AR, Juni P, Klassen T, Le Lorier J, et al. Completeness of reporting of trials published in languages other than English: implications for conduct and reporting of systematic reviews. *Lancet (London, England)*. 1996;347(8998):363-6.
81. Moher D, Pham B, Lawson ML, Klassen TP. The inclusion of reports of randomised trials published in languages other than English in systematic reviews. *Health technology assessment (Winchester, England)*. 2003;7(41):1-90.
82. <http://apps.who.int/classifications/icd10/browse/2016/en>.



ANNEXES



SYSTEMATIC REVIEW

Open Access



Association between sports type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review

Charlène Chéron^{1,2*} , Christine Le Scanff¹ and Charlotte Leboeuf-Yde^{1,2}

Abstract

Background: Sporting activities can cause injuries and overuse injuries of the extremities (OIE) in children have been shown to be more common than injuries caused by trauma. The lower extremity is more frequently affected than the upper extremity in OIE, but it is not known whether injury site and diagnosis vary in different sporting activities.

Purpose: To identify any differences between sports in relation to diagnoses and anatomical areas most likely to be injured.

Methods: A search was made in November 2014 and again in June 2016 in PubMed, SportDiscus, PsycInfo and Web of Sciences. Search terms were: « overuse injuries OR cumulative trauma disorders OR musculoskeletal injuries » AND « extremity OR limb » AND « physical activity OR sport OR risk factor OR predictors OR exercises » AND « child OR adolescent OR young adults ». Inclusion criteria were: 1) prospective, retrospective, or cross-sectional study design; 2) age ≤19 years; 3) the articles must clearly state if reported cases were classified as traumatic or overuse injuries; 4) reporting on OIE in relation to a particular sports type, and 5) sample size >50. A blinded systematic review was conducted.

Results: In all, nine of the 736 identified articles were included, studying soccer, handball, orienteering, running, dance, and gymnastics. The incidence of OIE was given only in a few articles but at least the site and diagnosis of OIE were identifiable. The lower limb is more often affected than the upper in all sports covered, and, in general, the lower leg and knee are the two most often affected areas. However, in handball, the elbow was the second most often reported area, and in gymnastics injuries of the foot appeared to be more frequent than in the other sports. No differences in diagnoses were observed between sports types.

Conclusion: Our work contributes new information, namely that the site of OIE in children and adolescents appears to vary only somewhat between different types of sports. Further well-designed surveillance studies are needed to improve knowledge that can help prevent injuries in children and adolescents participating in sports activities.

Keywords: Children, Adolescent, Pediatrics, Overuse injuries, Sports type, Extremities, Epidemiology

Abbreviation: OIE, Overuse injuries of extremities

* Correspondence: cheron.charlene@ifecetud.net

¹CIAMS, University Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91405 Orsay Cedex, France

²Institut Franco-Européen de Chiropraxie, 72 Chemin de la Flambère, F-31300 Toulouse, France

Background

Physical activity is associated with many positive outcomes in children, such as lower risk of obesity [1], cardiovascular benefits [2], and improved cognitive performance [3]. However, it is also a major cause of injuries in children [4], which can lead to significant costs for parents and society [5]. Classically, a sports injury is defined as any physical complaint that is sustained from a sport activity that may or may not result in time loss from sports activities or in a medical consultation [6]. The medical consequences of sports injuries vary, from virtually none to requiring surgery in severe cases. It is possible that physical damages acquired in childhood lay the foundation for future continued or repeated problems extending into adulthood. It is therefore relevant to learn more about the epidemiology of musculoskeletal injuries in childhood.

Classically, sports injuries are further classified as traumatic or overuse injuries. A consensus statement, presented by Fuller et al. in 2006, defined traumatic injury as an “injury resulting from a specific, identifiable event”, whereas an overuse injury was described as one caused by “repetitive micro trauma without a single identifiable event responsible for the injury” [6]. The term “gradual onset” is also often seen in sports literature as a necessary element for the diagnosis of an overuse injury. However, it is not enough that a (painful) condition is defined as an injury merely because the person with the condition (i.e. often pain) happens to participate in a sporting activity, as pain and other complaints may arise also without externally induced injuries. The term “injury” should therefore not be used synonymously with “pain” or “complaint”.

For several reasons the above definitions are not sufficient, as pointed out by Bahr in 2009 [7]. Firstly, the term “event” is not sufficiently clear. Pain may arise “suddenly” following an “event” but it could be the result also of a long-term overuse process, for example in the case of a stress fracture. The sudden onset does not qualify this particular painful complaint to be categorized as a traumatic injury, because it could be the result of long-term overuse without sufficient time for recovery. Therefore, the word “event” should be replaced by “cause”.

Secondly, the sustained injury would depend on the type and duration of activity and the tolerance of the underlying tissues. Bahr discusses the concept that “repetitive low-grade forces exceeding the tolerance of the tissues cause overuse injuries” [7]. This means that the nature and duration of the activities must be considered in relation to the resistance of the anatomical structures of the individual performing these activities.

A systematic review of the US high school sport epidemiology literature was published in 2014 on the definition and usage of the term “overuse injury”. The

authors highlighted the fact that some authors consider “overuse” to be a mechanism of injury while others use it as a diagnosis-based definition [8]. When used as a mechanism of injury, “overuse” refers to the causation of the injury, the cumulative or repetitive activity which leads to the injury. When used as a diagnosis, “overuse” often refers to a family of injuries classified by slowly progressing inflammation, pain, and loss of function [8].

Clearly, the definition of an overuse injury is more complicated than that of a traumatic injury. In summary, we suggest that the following aspects need to be respected:

- 1) There must be a complaint, either simply noted by the player, or in terms of its consequences (e.g. medical attention and/or time-loss).
- 2) There should be no single identifiable traumatic cause.
- 3) There should be a history of repeated micro-trauma.
- 4) It would most likely have a gradual onset but this is not sure.
- 5) The activities preceding the complaint should be capable of exceeding the tissue tolerance.

Moreover, the nature and area of the complaint should be examined and a diagnosis made by an appropriately trained person.

Musculoskeletal injuries typically affect the back and extremities [9]. Most people probably associate “injury” with obvious trauma, but in a study of a large natural experiment including all children in ten public schools in Denmark aged 6 to 12 years, who were followed weekly by text messages (SMS-track) during 2.5 years [9], overuse injuries of the extremities (OIE) were found to be nearly twice as common as traumatic injuries of the extremities. The most frequent overuse diagnosis of the lower extremity was apophysitis and the upper extremity injuries were most often diagnosed as soft tissue injuries [9].

It is likely that different sports place different physical demands on various parts of the body, and a good understanding of these vulnerable points in different sports should help trainers and performers better to prevent and manage injuries.

We conducted a systematic review to gain a better understanding of sports-specific OIE in children and adolescents. Its purpose was to identify any differences between sports in relation to diagnoses and anatomical areas most likely to be injured.

Methods

Systematic literature search

A librarian-assisted search was conducted on November 2014 and a final search performed in June 2016 in PubMed, SportDiscus, PsycInfo and Web of Sciences

using the search terms « overuse injuries OR cumulative trauma disorders OR musculoskeletal injuries » AND « extremity OR limb » AND « physical activity OR sport OR risk factor OR predictors OR exercises » AND « child OR adolescent OR young adults » in different combinations (MeSH terms and free text). An additional citation search of reference lists of the retrieved articles was performed. No restrictions were placed on date of publication. No attempts were made to search the grey literature.

Inclusion criteria

Our approach was modelled on the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) flow-chart, as described below [10]. The first author applied the inclusion criteria to the title and abstract of the articles identified from the literature search. Blinded full-text screening was then done by two authors to determine which articles should be included in the final review. Inclusion criteria were: 1) a study design that was prospective, retrospective or cross-sectional, 2) age 19 years or below, 3) the OIE should be reported in relation to a particular sports type, and 4) sample size greater than 50. Only articles written in English, French or a Scandinavian language were considered. A list of articles excluded from the review on the basis of the full-text screening is available from the authors on request.

Data extraction

Two descriptive checklists, one quality checklist, and three tables of results were created by the authors for the purposes of this review. Information was grouped by sports type.

The first checklist presents information on type of sport, year of publication and country of study, as well as the observational setting (i.e. specific college, sports club or competition), the level of sport, the age and sex of the children, the number of participants and participation rate, the duration of data-collection, and the data source.

The second checklist was used to describe the definitions of injury and overuse injury used in the articles. Regarding criteria used for sports-related injury we chose those described by Fuller [6], whereas our overuse definition was inspired by criteria proposed by Bahr in 2009 [7] which are: repeated micro-trauma, no single identifiable cause, gradual onset, and activity exceeds tissue tolerance. Our classification of overuse injury was based on diagnosis, as described by Roos [8]. Moreover, because some articles did not use the criteria described above we added a column titled “other”, in which we quoted the definition used in the article.

In the third checklist, which related to the methodological quality, we were interested in whether: 1)

participation rate was clearly stated, 2) the diagnosis of OIE was collected by medical personnel 3) the incidence of OIE was clearly reported in the article, 4) diagnoses and areas of overuse injury had been clearly and completely reported, and 5) the number of injuries could be reported in relation to the number of hours of exposure.

Checklists 2 and 3 were used to identify the strengths and weaknesses of this research area but were not taken into account during the interpretation of findings.

The findings were reported in three evidence tables. Table 4 shows the incidence of OIE and the proportion of OIE regarding the number of injuries per hour of exposure. Incidence was provided only if explicitly reported in the article. In addition, the proportion of OIE was calculated if information was provided on the number of injuries in relation to the number of hours of exposure.

Table 5 focuses on the site of overuse injuries (e.g. shoulder, elbow). Injuries clearly pertaining to the extremities were included in this table. Diagnoses that were clearly related to a particular site were recorded accordingly (e.g. ‘Osgood Schlatter’ = knee injury). Vague descriptions such as ‘tendinitis’ that could not be linked to a specific anatomical region were not recorded.

Table 6 reported on diagnosis related to injury site. If the diagnosis was provided but not the site, making it impossible to relate it to the limbs, the information was not used in the analysis. In one article on running, the authors reported stress fracture without specifying the localization. We decided to describe these injuries as extremity injuries and to include them in Tables 4, 5, 6 and 6 because we assumed that a stress fracture in running concerned the lower extremity. The two most frequently reported areas or diagnoses were emphasized in the tables.

A MeaSurement Tool for the Assessment of multiple systematic Review (AMSTAR) checklist [11], was used as a guide for this article. However, tests for homogeneity for control for likelihood of publication bias could not be carried out.

Review process and interpretation of data

The checklists and tables were tested for relevance and user-friendliness, adjusted as needed, and thereafter used by two authors, who separately (and blind to each other’s findings) extracted information from the included articles. The data were later compared to detect extraction errors. If necessary, a third person arbitrated any disagreements between the two reviewers. Interpretation of data was done in collaboration between the first two authors. The review was registered in the PROSPERO database: CRD42014007079.

Results

Number of articles

After primary selection we obtained 17 articles that fulfilled our initial inclusion criteria out of the 753 articles identified through the database and citation searches (Fig. 1). Most of the excluded studies either did not include children or did not deal with specific sports. However, in some of the 17 articles it was not possible to interpret the data correctly because it was not always clear if a stated condition was an OIE or not. We, therefore, realized that we had to add a new inclusion criterion: “the article must state clearly if reported cases were classified as traumatic or overuse injuries “. With this specific selection we were left with eight articles to which was added one obtained through hand search of reference lists, i.e. a total of nine articles (please see Fig. 1).

Study design, participants and method of data collection

Seven studies were prospective [12–18] and two were retrospective in design [19, 20]. As can be seen in Table 1, the nine articles included in the analyses reported on 6 different types of sport, i.e. soccer, gymnastics, handball, orienteering, running and dance and were published between 1986 and 2011. Of these, 5 were conducted in Europe, particularly in the Scandinavian countries.

As can be seen in Table 1, the number of children and adolescents observed in the various studies ranged from

79 to 837, with response rates varying from 63 to 100 %. Three of the articles included children and adolescents (ranging between 7 and 18 years), while six articles included only adolescents (between 12 and 19 years). Six studies included only girls, and the other three studies included both boys and girls. Duration of data collection varied from one season to eight seasons but was not always well described. Moreover, the data source was either the child, the trainer, or medical personnel or, usually, a combination thereof.

Definitions of injury and overuse injury

Table 2 shows how the definition of “injury” differed between articles. In general, the definition was tied to complaints related to sport activities concerning their consequences (i.e. time loss or medical attention). The same table shows how the overuse aspect was not well defined and quite heterogeneous. None took into account whether the activity exceeded the tolerance of tissue, repeated micro trauma was only included in one article, and only two used the criterion of no single identifiable cause, whereas gradual onset was commonly used as the only criterion of overuse injury. Three articles did not use any of these criteria. In one article, only the title indicated the topic. In another one, an example of overuse injury was given, and in a third article, the diagnosis seemed to be one of exclusion (if not traumatic in origin then it had to be overuse).

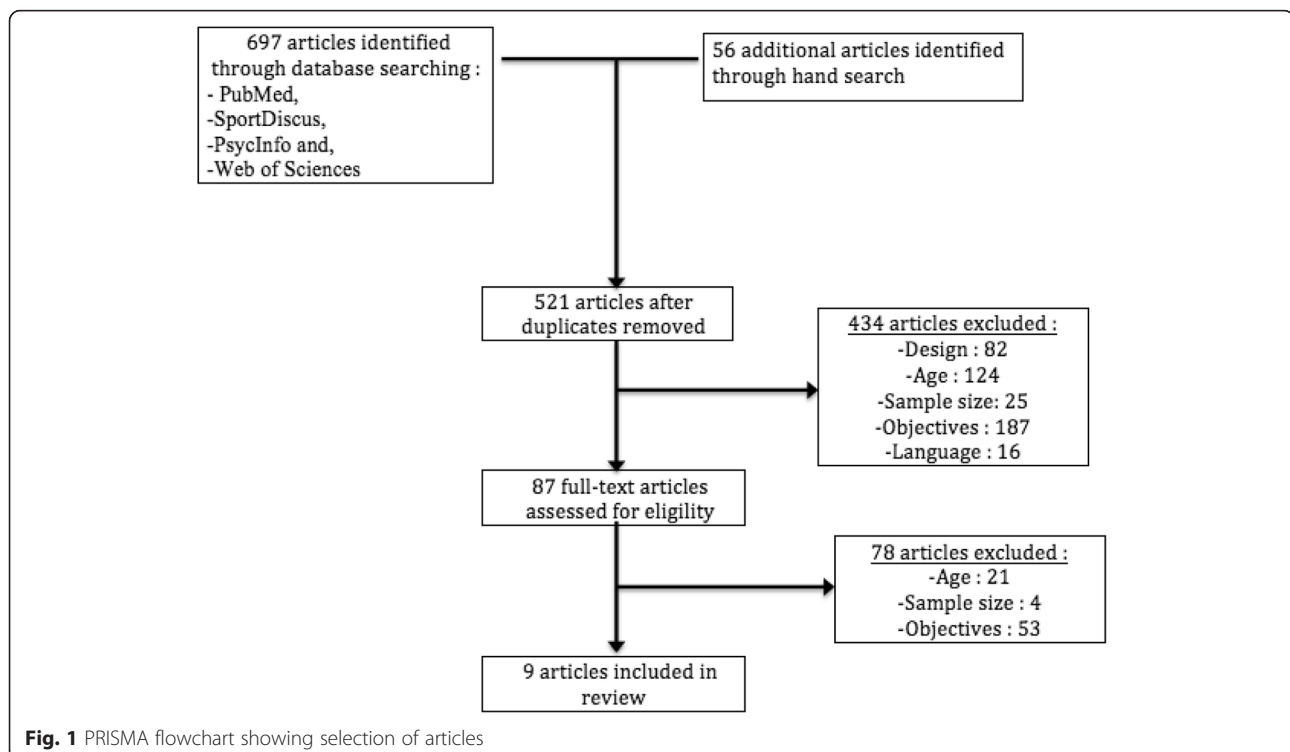


Table 1 Characteristics of study participants in nine studies on overuse injuries of the extremities in children and adolescents

Sports	Author year country	Study population level	N part/N invited (participation rate)	Sex	Age Min-max (Mean \pm SD)	Duration of data collection & follow-up frequency (N/time)	Method of data collection	Data source
Soccer	Soderman 2001 [12] Sweden	Sport's club European Level	153/175 (87.4 %)	F	14.1–19.2 (15.9 \pm 1.2)	1 season (regular contact)	Physical exam, Injury protocol	Child, Medical personnel, Trainers
	Soligard 2008 [13] Norway	Sport's club All club	837/1220 (68.6 %)	F	13–17 (?)	1 season (weekly)	Questionnaire	Medical personnel, Trainers
	Le Gall 2008 [14] France	Sport's club Elite	119/119 (100 %)	F	15–19 (?)	8 seasons (daily)	?	Medical personnel
Handball	Wedderkopp 1999 [17] Denmark	Sport's club European team	126/? (?)	F	16–18 (?)	1 season (every 10th day)	Physical exam, Questionnaire	Medical personnel, Trainers
Orienteering	Johansson 1986 [18] Sweden	Specific colleges	89/? (?)	B	? (17.5 \pm 1.5)	1 season (daily)	Injury protocol, Questionnaire, Interview	Child, Medical personnel, Trainers
Running	Tenforde 2011 [19] USA	High school All club	1196/748 (63 %)	B	13–18 (15.5)	Relates to lifetime	Online questionnaire	Child
Dance	Leanderson 2011 [20] Sweden	Specific colleges	<476/? (?)	B	<10 and 10–14 (?)	7 years (daily)	Physical exam	Medical personnel
Gymnastics	Caine 2003 [15] USA	Sport's club Different levels	79/? (?)	F	7–18 (?)	3 seasons (bi-weekly)	Physical exam, Injury protocol, Interview	Medical personnel, Trainers
	Lindner 1990 [16] Canada	Sport's club Different level: provincial to national	178/275 (64.7 %)	F	7–15 (10.61)	3 seasons (regular basis)	Injury protocol, Questionnaire	Child, Trainers

? : Information not provided

F female, B both

Table 2 Criteria used to define injury and overuse injuries in nine studies on overuse injuries of the extremities in children and adolescents

Sports	Authors year	Criteria for injury					Criteria for classified injury as overuse			
		Sport-related	Complaint	Time-loss	Medical attention	Repeated microtrauma	No single, identifiable cause	Activity exceeds tissues tolerance	Gradual onset	Other
Soccer	Soderman 2001 [12]	X		X			X		X	
	Soligard 2008 [13]	X		X			X		X	
	Le Gall 2008 [14]	X	X	X		X				
Handball	Wedderkopp 1999 [17]	X		X						Classified traumatic or and overuse injury from the diagnosis: for example tendinitis being overuse injury and a sprain being an acute traumatic injury.
Orienteering	Johansson 1986 [18]	X		X					X	
Running	Tenforde 2011 [19]									No definition at all but they called their injury "overuse injuries"
Dance	Leanderson 2011 [20]					X				"Traumatic injuries in case the pain result of a defined trauma. All other injuries were deemed to be caused by overuse.
Gymnastics	Caine 2003 [15]	X		X					X	
	Lindner 1990 [16]	X	X	X					X	

Quality of the studies

In five of the articles, the study response rate was not reported and could not be calculated (Table 3). The diagnosis was established by health personnel in six of the nine studies.

Specific sites and diagnoses of OIE were often incompletely reported. Only two articles showed the incidence of some of the OIE. Nevertheless, proportions of injuries in terms of hours of exposure could be calculated in six articles.

Incidence estimates and proportions of overuse injuries

Table 4 shows the results regarding incidence and proportions of OIE. Specific incidence estimates were available only in two articles on soccer, for the diagnoses periostitis, tendon pain, and tendinopathy, at <0.5 OIE for 1000 h of exposure.

The highest overall proportion of OIE was found for soccer: 1.8/1000 h of exposure, followed by 0.7 in one study on soccer, and in one study on gymnastics. A third study on soccer had an overall proportion of

OIE of 0.4/1000 h of exposure, whereas handball and another study on gymnastics had lower estimates (<=0.1/1000 h of exposure).

Injury site and diagnosis in general

In general, the lower limb was most often affected, and especially the knee, tibia, and thigh (Table 5). The most frequently provided diagnoses were tendinitis/bursitis and periostitis (Table 6).

Differences in overuse injuries according to sports type

For all sports covered, the lower limb was more often affected than the upper. It was not possible to compare the incidence rates because it was only rarely provided. In handball, elbow injuries were equally common and noted as the most common injury site equal to the lower leg injuries. The foot was the second most common site in gymnastics. No differences in diagnosis could be found between different types of sports, mainly because only few articles clearly provided the diagnosis.

Table 3 Quality checklist of methodological aspects of nine studies on overuse injuries of the extremities (OIE) in children and adolescents

Sport	Author Year	Was participation rate reported or possible to calculate? (Y(%)/N)	Was overuse injury information provided by health professional?	Were all relevant anatomical areas studied clearly reported?	Were all relevant diagnoses clearly reported?	Was incidence of OIE reported?	Was denominator reported both as number of individuals and number of hours/sessions?		TOTAL SCORE
							Individuals	Hours	
Soccer	Soderman 2001	Y (87.4%)	Y	Y	N	N	Y	Y	6/7
	Soligard 2008	Y (68.6%)	Y	N	N	(Y)	Y	Y	5/7
	LeGall 2008	Y (100%)	Y	N	N	(Y)	Y	Y	5/7
Handball	Wedderkopp 1999	N	Y	Y	N	N	Y	Y	4/7
Orienteering	Johansson 1986	N	Y	Y	N	N	Y	N	3/7
Running	Tenforde 2011	Y	N	N	N	N	Y	N	2/7
Dance	Leanderson 2011	N	Y	N	N	N	Y	N	2/7
Gymnastics	Caine 2003	N	Y	Y	N	N	Y	Y	4/7
	Lindner 1990	Y (64.7%)	N	Y	N	N	Y	Y	4/7
TOTAL SCORE		4/9	8/9	5/9	1/9	2/9	9/9	6/9	

N No

Y Yes; when positive answers have been highlighted

Discussion

Summary of results

To our knowledge, this is the first systematic review on this topic. Our aim was to improve the understanding of the relationship between type of sport and OIE in children and adolescents. The individuals included in this study were more often adolescents than children, but

the articles included did not allow us to distinguish between these two groups. Whilst the reporting styles of the reviewed articles made it impossible to compare exact incidence rates, relative differences in occurrence could be studied in relation to the proportion of injuries per numbers of hours of exposure and injury site and diagnosis.

Table 4 Incidence and proportion of overuse injuries of the extremities (OIE) based on numbers of hours of exposure in nine studies on children and adolescents

Sport	Author year	Number of OIE	Incidence given in the article	Number of hours of exposure	Proportions of OIE based on number of hours of exposure (1000)
Soccer	Soderman 2001 [12]	21	-	Per player: -Training: 46.9 ± 17.1 -Game: 29.5 ± 14.8	1.80
	Soligard 2008 [13]	33 of which: -Lower extremity tendon pain: 21 -Anterior leg pain: 12	Yes for: -lower extremity tendon pain: 0.5 -anterior leg pain: 0.3	Total: 45428 of which: -Training: 31086 -Game: 14342	Total: 0.73 of which: -Lower extremity tendon pain 0.46 -Anterior leg pain: 0.26
	Le Gall 2008 [14]	Only for tendinopathy: 35	Only for tendinopathy: 0.36	Total: 97325 of which: -Training: 87530 - Game: 9795	For tendinopathy: 0.36
Handball	Wedderkopp 1999 [17]	8	-	Total: 17945	0.04
Orienteering	Johansson 1986 [18]	38	-	-	-
Running	Tenforde 2011 [19]	822	-	-	-
Dance	Leanderson 2011 [20]	127	-	-	-
Gymnastics	Caine 2003 [15]	55	-	Total: 76919.5	0.72
	Lindner 1990 [16]	17	-	Total: 173263	0.10

Table 5 Site of overuse injuries of the extremities by sports type in nine studies on children and adolescents

SPORTS	Soccer			Handball	Orienteering	Running	Dance	Gymnastics	
Author Year	Soderman 2001	Soligard 2008	Legall 2008	Wedderkopp 1999	Johansson 1986	Tenforde 2011	Leanderson 2011	Caine 2003	Lindner 1990
TOTAL NUMBER OF REPORTED OVERUSE INJURY OF EXTREMITIES	21	33	Major injuries only : 15	10	38	822	127	55	15
UPPER EXTREMITIES	-	?	-	4	1	0	2	12	1
Shoulder	-	?	-	-	1	?	?	1	-
Arm	-	?	-	-	-	-	?	-	-
Elbow	-	?	-	4	-	?	?	3	-
Forearm	-	?	-	-	-	?	?	-	-
Wrist	-	?	-	-	-	?	?	8	1
Hand/fingers	-	?	-	-	-	?	?	-	-
LOWER EXTREMITIES	21	33	15	6	37	822	125	43	14
Pelvis/hip/groin	4	?	3	-	1	0	18	4	-
Thigh	1	?	5	2	-	46	-	-	-
Knee	7	?	2	-	14	140	46	6	6
Tibia/calf/Achilles	7	12	1	4	14	344	61	13	-
Ankle	1	?	2	-	1	225	-	9	3
Foot/Toes/Heel	1	?	2	-	7	32	-	11	5

"?" = Information not provided

The two most common injury sites in each article are highlighted: [Like this](#) for the most common and [like this](#) for the second most common

Articles in which all OIE are described and in which all the sites of OIE are clearly described are framed i.e. [Author/Year](#)

In a previous large study on 1259 school-children aged from 6 to 12 years old, in which data were collected with weekly text messages over 2.5 years, the lower extremities were generally affected more often than the upper extremities [9]. The results of our review largely confirm this finding. Specifically, our results indicate that the most commonly injured anatomical sites were the knee and lower leg.

They were two exceptions to this: handball and gymnastics. In handball the most commonly injured areas were elbow and the lower leg; they were equally frequent. In the two articles concerning gymnastics, the foot was the second most common affected area. In one article, the knee was in the first position, whereas in the other it was the lower leg.

Furthermore, our results indicated the most common diagnoses to be tendinitis/bursitis and periostitis and these were similar across all sports (when reported) but, again, no incidence estimates could be extracted.

Methodological aspects of the articles reviewed

In relation to the external validity of these results, it is not known how representative the study samples would be for children as a whole, as the articles reported on specific sport groups and there were no population-based studies. The main objective in most of the studies was to describe the musculoskeletal problems that occurred in a sports club or school, i.e. using convenience samples. A larger number of studies would probably

Table 6 Injury diagnosis according to sports type for eight studies on children and adolescents that included specific diagnosis

SPORTS	Soccer			Handball	Orienteering	Running	Gymnastic	Dance
Author Year	Soderman 2001	Soligard 2008	Legall 2008	Wedderkopp 1999	Johansson 1986	Tenforde 2011	Caine 2003	Lindner 1990
TOTAL NUMBER OF REPORTED OVERUSE INJURY OF EXTREMITIES	21	33	35	10	38	787	55	15
Tendinitis/bursitis	2	21	35	8	18	134	16	4
Strain	?	?	?	2	?	?	?	?
Osteochondral disorders	?	?	?	?	?	?	?	?
Stress fracture	?	?	?	?	2	?	?	?
Periostitis	5	12	?	?	7	288	?	?
Contusion	1	?	?	?	?	?	?	?
Sprained ankle	?	?	?	?	?	?	?	?

The two most common diagnoses in each article are highlighted: [Like this](#) for the most common and [like this](#) for the second most common

Articles in which all OIE are described and in which the diagnoses are clearly described are framed i.e. [Author/Year](#)

Leanderson did not mention any diagnosis so we did not included it on this table

have given a wider range of results. Low response rate could also affect the validity of data, and response rate information was provided in only five studies.

Injury was never clearly defined on its own. Instead, problems arising in relation to a sport activity would be reported if there was also a time loss for that sport, or if medical attention was required. The definition of “injury” was therefore a definition of consequences, e.g. time-loss and/or medical attention, rather than a painful condition.

Further, the overuse definition lacked a substantial pathological aspect relying mainly on the observation of gradual onset of symptoms. Bahr has already discussed this problem [7]. We propose that it would probably decrease the risk for misclassification, if at least three of the following criteria were fulfilled: repeated micro trauma, no single identifiable cause, activity exceeds tissue tolerance, and gradual onset.

Furthermore, the level of expertise differed between persons responsible for defining the injury, ranging from medical specialist to the injured individual. Depending on the definition and site of injury, it can be expected that self-reported problems might be less accurate than those obtained through a medical examination. The definition is important when comparing estimates between studies, because, as pointed out by Bahr, self-reported pain will result in higher estimates than pain with a consequence in terms of medical attention or time-loss [7].

The fact that not all diagnoses and sites of injuries were clearly reported in each article was an additional difficulty.

In sum, this area of research would benefit from a well-reasoned consensus approach to the various relevant definitions, making it possible to compare findings between studies.

Methodological aspects of our review

Relevant articles written in other languages than those included in our review may exist and their inclusion could have changed the results.

Checklists and evidence tables used for data extraction were tested for user-friendliness and adjusted in a pilot study before being used in the main study. The review was carried out independently by two reviewers, one of whom was experienced in performing systematic reviews. Because the objectives of the articles were different from ours, it was frequently necessary to discuss and interpret their texts to correlate with our checklist but the third reviewer never had to be called in for arbitration.

Discussion of findings regarding the anatomical site of OIE

In some sports, such as handball and gymnastics, the upper limb is subjected to more repetitive stress than in other sports, such as soccer and running. One could

assume that it therefore should be affected at least as often as the lower limb but, generally even in these sports the lower limb was most commonly affected. Perhaps the explanation for this is that the lower limb always carries the weight of the body, which puts the lower limb in a constant stress situation. In comparison with this constant weight, other sport-associated demands on the upper body are probably much less important.

Discussion of findings regarding the diagnostics of OIE

The results of our study indicate that the most frequent diagnoses are fairly similar across sports, mainly reported as tendinitis/bursitis, and periostitis. Not surprisingly, OIE seem to occur mainly where the bodily structures are most subjected to repeated stress.

Conclusion

Paucity of relevant articles and lack of information in those we found prevented us from defining and comparing the incidence of OIE between sports for children and adolescents. Our research highlights the fact that further and better-detailed studies are required to obtain useful information on OIE and its prevalence in different types of sport. This may lead to improved training programs, prevention and management of OIE. Nevertheless, this review provides some useful information on OIE on children and adolescents. Whilst, not unexpectedly, the site of OIE varies between different types of sport, we find that the lower limb is more often affected than the upper limb irrespective of the type of sport.

Acknowledgements

Claire Gudex MD, medical writer, provided language editing of the manuscript.

Funding

Apart from the authors being funded from their institutions, there were no external grants for this project.

Availability of data and materials

Not applicable.

Authors' contributions

The three authors formulated the research question and helped design the study. CC and CLY contributed mainly to the manuscript preparation. The three authors were involved in interpreting the data, writing the manuscript and approving the final version.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Received: 14 March 2016 Accepted: 22 August 2016

Published online: 15 November 2016

References

1. Decelis A, Jago R, Fox KR. Physical activity, screen time and obesity status in a nationally representative sample of Maltese youth with international comparisons. *BMC Public Health*. 2014;14:664.
2. Andersen LB, Riddoch C, Kriemler S, Hills AP. Physical activity and cardiovascular risk factors in children. *Br J Sports Med*. 2011;45(11):871–6.
3. Voss MW, Chaddock L, Kim JS, Vanpatter M, Pontifex MB, Raine LB, et al. Aerobic fitness is associated with greater efficiency of the network underlying cognitive control in preadolescent children. *Neuroscience*. 2011; 199:166–76.
4. Simon TD, Bublitz C, Hambidge SJ. External causes of pediatric injury-related emergency department visits in the United States. *Acad Emerg Med Off J Soc Acad Emerg Med*. 2004;11(10):1042–8.
5. Collard DC, Verhagen EA, Van Mechelen W, Heymans MW, Chinapaw MJ. Economic burden of physical activity-related injuries in Dutch children aged 10–12. *Br J Sports Med*. 2011;45:1058–63.
6. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Clin J Sport Med*. 2006;16(2):83–92.
7. Bahr R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sport. *Br J Sports Med*. 2009;43:966–72.
8. Roos KG, Marshall SW. Definition and usage of the term “overuse injury” in the US high school and collegiate sport epidemiology literature: a systematic review. *Sports Med*. 2014;44(3):405–21.
9. Jespersen E, Rexen CT, Franz C, Moller NC, Froberg K, Wedderkopp N. Musculoskeletal extremity injuries in a cohort of schoolchildren aged 6–12: A 2.5-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;25(2):251–8.
10. Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):e1–34.
11. Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*. 2007;7:10.
12. Soderman K, Adolphson J, Lorentzon R, Alfredson H. Injuries in adolescent female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scand J Med Sci Sports*. 2001;11(5):299–304.
13. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, Holme I, Silvers H, Bizzini M, et al. Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ*. 2008;337:a2469.
14. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. *Am J Sports Med*. 2008;36(2):276–84.
15. Caine D, Knutzen K, Howe W, Keeler L, Sheppard L, Henrichs D, Fast J. A three-year epidemiological study of injuries affecting young female gymnasts. *Phys Ther Sport*. 2003;4:10–23.
16. Lindner KJ, Caine DJ. Injury patterns of female competitive club gymnasts. *Can J Sport Sci*. 1990;15(4):254–61.
17. Wedderkopp N, Kalltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports*. 1999;9(1):41–7.
18. Johansson C. Injuries in elite orienteers. *Am J Sports Med*. 1986;14(5):410–5.
19. Tenforde AS, Sayres LC, McCurdy ML, Collado H, Sainani KL, Fredericson M. Overuse injuries in high school runners: lifetime prevalence and prevention strategies. *PM R*. 2011;3(2):125–31. quiz 31.
20. Leanderson C, Leanderson J, Wykman A, Strender LE, Johansson SE, Sundquist K. Musculoskeletal injuries in young ballet dancers. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2011;19(9):1531–5.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



SYSTEMATIC REVIEW

Open Access



Association between sports type and overuse injuries of extremities in adults: a systematic review

Charlène Chéron^{1,2,3*} , Christine Le Scannff^{1,2} and Charlotte Leboeuf-Yde^{1,2,3}

Abstract

Background: Sports injuries are often described as overuse or traumatic. Little is known about the frequency of overuse injuries and, in particular, if they vary between different types of sporting activities.

Purpose: To identify any differences between sports in relation to diagnoses of overuse injuries of the extremities (OIE) and anatomical areas most likely to be injured in adults and to compare these findings with those reported in youngsters, as identified in a previous review.

Methods: A search was made in May 2015 and again in April 2016 in PubMed, SportDiscus, PsycInfo, and Web of Sciences. Search terms were « overuse injuries OR cumulative trauma disorders OR musculoskeletal injuries » AND « extremity OR limb » AND « physical activity OR sport OR risk factor OR exercises ». Inclusion criteria were: 1) prospective, or cross-sectional study design; 2) at least 1/3 of the population should be ≥ 19 years; 3) articles must clearly state if reported cases were classified as traumatic or overuse injuries in relation to a particular sports type, 4) sample size >50 , and 5) articles must not deal with specific occupational subpopulations nor with clinical populations. A blinded systematic review was conducted and results reported per anatomical site of injury and diagnosis for the different sports.

Results: In all, 10 of 1435 identified articles were included, studying soccer, beach-volleyball and triathlon. In general, the incidence estimates were low, never above 2.0/1000 h of practice, similar to results seen in children/adolescents. The incidence estimates and the diagnoses of OIE were given only in 4 articles on soccer, making comparisons between sports impossible. As in children/adolescents, the lower limb is more often affected than the upper but contrary to young people the injured site in adults is more often the knee and above, and there were also differences in the diagnoses for the two age groups.

Conclusion: The literature does not permit to identify clearly the difference in the incidence of OIE for different sports showing that more but well-designed surveillance studies are needed.

Keywords: Cumulative trauma disorders, Overuse injuries, Sports type, Extremities, Epidemiology, Adults

Background

Physical activity promotes the general well-being and has many direct health benefits [1–3]. Nevertheless, physical activity can also cause injuries that in turn may be responsible for reduced physical activities and even an inability to work. Moreover, these injuries may require medical care including surgery and perhaps long periods

of rehabilitation. This may result in costs both on an individual and societal level.

Classically, injuries can be defined as traumatic or overuse depending on their etiology. An important prospective study following 1270 schoolchildren weekly by text-messages (and clinical examination if needed) regarding musculoskeletal injuries and physical activity brought a lot of information on musculoskeletal injuries. In order to study the epidemiology of musculoskeletal injury this method appeared to be more relevant than what is commonly seen in the literature in which data collection is usually performed in sports' clubs, during a

* Correspondence: cheron.charlene@ifcetud.net

¹CIAMS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91405 Orsay, Cedex, France

²CIAMS, Université d'Orléans, F-45067 Orléans, France

Full list of author information is available at the end of the article



sporting event or using medical files. In this study it was found that overuse was a more common cause of reported injuries to the extremities than obvious trauma [4]. In addition, it was noted that the lower extremities were more commonly injured than the upper extremities.

A recent literature review on the link between overuse injuries of extremities (OIE) and specific types of sport in children and adolescents concluded that it was not possible to determine and compare the incidence of OIE between sports due to methodological heterogeneity of studies [5]. Although, in general, the most commonly injured sites are the knee and the heel [4], the risk of reported injury differed somewhat between sports in relation to anatomical site. Interestingly, sports that put a lot of strain on the upper extremity, such as handball and volleyball resulted in overuse injuries of the lower extremity at least as often as of the upper extremity. It was also noted that the three most common diagnoses of OIE are tendinitis/bursitis, strain and osteochondral disorders across all sports [4] and these do not change between sports [5]. Unfortunately, articles often did not report clearly exact site and diagnosis of injuries.

The skeleton of children and adults do not have the same consistency and maturity, so this information relating to children may not be applicable to adults. To our knowledge, no clear information is available on sports-related OIE for the adult population.

For this reason, we conducted a systematic review to gain a better understanding of sports-specific OIE in adults with three objectives:

1. To determine the incidence of OIE for various sports
2. To identify any differences between sports in relation to the anatomical areas most likely to be injured
3. To identify any differences between sports in relation to diagnosis

To be able to compare the findings on adults to those in children, we used a similar method to our previous review on children and adolescents [5].

Methods

Systematic literature search

A first search was performed in May 2015 and a final search in April 2016 in PubMed, SportDiscus, PsycInfo, and Web of Sciences using the search terms « overuse injuries OR cumulative trauma disorders OR musculo-skeletal injuries » AND « extremity OR limb » AND « physical activity OR sport OR risk factor OR exercises » in different combinations (MeSH terms and free text). An additional citation search of reference lists of the retrieved articles was performed. No restrictions were placed on date of publication and no attempts were made to search the grey literature.

Inclusion criteria

We used the Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analysis (PRISMA) guidelines in this review [6]. The first author applied the inclusion criteria to the title and abstract of the articles identified as possible relevant research articles from the literature search. Full-text screening was then done by two authors independently of each other to determine which articles should be included in the review. Inclusion criteria were: 1) a study design that was prospective or cross-sectional; 2) at least 2/3 of the study population should consist of ≥ 19 years olds or results should be reported specifically for different age groups. To determine this we looked for information on the range age, the mean age with the standard deviation, and the proportion of adults, when data were reported for age groups. In study samples consisting of “professionals” but no further information of age, we assumed that these would consist mainly of adults; 3) the article must state clearly if reported cases were classified as traumatic or overuse injuries in relation to a particular sports type; 4) a sample size greater than 50; and 5) the article must not deal with specific occupational subpopulations (such as military) nor with clinical populations. Only articles in English, French or a Scandinavian language were considered, as the authors could read these languages.

Data extraction

The checklists were extracted from a previous review on OIE and sports' type on children and adolescents [5]. We used two descriptive checklists, one quality checklist and three tables of results [5].

Table 1 included information on the first author, year of publication, type of sport and level (recreational or elite). Moreover, we reported the number of subjects invited, the number and age of participants, the duration and the method of data-collection, and a description of the person who collected the information and/or diagnosed the injury.

Table 2 specified the criteria used in the article to define “injury” and “overuse injury” inspired respectively by Bahr [7] and Fuller [8]. The criteria for “injury” were: sport-related, complaint, time-loss, and medical attention. Regarding the definition of “overuse” we used: 1) repeated micro trauma, 2) no single, identifiable cause; 3) activity exceeds tissue tolerance and 4) gradual onset. Because some articles used other criteria, we added the column “other”. For a discussion of the rationale behind these definitions, please see our previous publication, where this is explained in detail [5].

The quality checklist can be seen in Table 3. It was reported in this table if 1) the participation rate was stated (or could be calculated), 2) the injury was diagnosed by a health professional, 3) the diagnosis and

Table 1 Characteristics of study participants in 10 reviewed studies on overuse injuries of the extremities in adults

Sport	First author Year Country of study	Sport participation level	N participants/ N invited	Sex	Age (Min-Max) Mean \pm SD	Duration of data collection & follow-up frequency (N/time)	Method of data collection	Data source
Soccer	Kristenson 2013 [10] Sweden	Elite	1507/?	M	(?) Group 1: 25.2 \pm 5 Group 2: 25.0 \pm 5	2 seasons (?)	Standardized forms	Medical person for each team
	Tegnander 2008 [11] Norway	Elite	181/?	F	(17–34) 23 \pm 4	1 season (?)	Not described in the text but based on 2 references ^a	The team physiotherapists
	Jacobson 2007 [12] Sweden	Elite	269/?	F	(16–36) 23 \pm 4	1 season (Weekly)	-Standardized attendance protocol -Interviewed telephone: standardized protocol	Physiotherapists of the team and medical personal telephone interview of athlete
	Lüthje 1996 [13] Finland	Elite	263/263	M	(17–35) age group reported ?	1 season (?)	Physical exam	Team physician
	Nielsen 1989 [14] Denmark	Recreational	123/?	M	(>16) age group reported ?	1 season (Weekly)	Examination recorded on special card	Medical doctors
	Eirale 2013 [15] Qatar	Elite	230/?	M	(?) 28.4 \pm 4.4	1 season (Daily)	Standard injury cards	Medical staff of club
	Faude 2005 [16] Germany	Elite	149/?	F	(?) 22.4 \pm 5.0	1 season (Weekly)	Diary	Medical staff & coach
	Ekstrand 2011 [17] Sweden	Elite	767/?	B	(B: 15–38) M: 25 \pm 5 F: 23 \pm 4	5 seasons (Monthly updates)	Standard injury form	Medical staff
Triathlon	Andersen 2013 [19] Norway	Elite	174/274	B	(?) 38 \pm 9	26 weeks (Every 2nd week)	Questionnaire	Athletes
Beach Volleyball	Bahr 2003 [18] Australia, Norway, Portugal	Elite	?/?	B	(?) ? Professional players	5 championship (?)	Standardized forms	Medical staff

? : information not provided

F female

M male

B both

^aOrchard J, Orchard Sports injury classification system (OSICS). *Sport Health* 1993; 11:39–41. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med.* 2006;40:193–201

Table 2 Criteria used to define injury and overuse injuries in the 10 articles on overuse injuries of the extremities in adults

Sports	Authors Year	Criteria for injury			Criteria for classified injury as overuse				Other	
		Sport-related	Complaint	Time-loss	Medical attention	Repeated micro trauma	No single identifiable cause	Activity exceeds tissue tolerance		Gradual onset
Soccer	Kristenson 2013 [10]	X		X			X		X	
	Tegnander 2008 [11]	X		X			X		X	
	Jacobson 2007 [12]	X		X			X			
	Lüthje 1996 [13]	X		(X)	X		X			
<p>"Pain syndrome of musculoskeletal system appearing during physical exercise without any known trauma, disease, deformity or abnormality that might have given previous symptom. The symptoms started during physical exercise and were located as a previously symptom-free region of the body. Temporary muscle pains associated with increasing training were not recorded in the study. The diagnosis of an overuse injury was made on the basis of medical history and a thorough medical examination."</p>										
Beach volleyball	Nielsen 1989 [14]	X		X						
	Eirale 2013 [15]	X		X		X	X			
	Faude 2005 [16]	X		X		X				
	Ekstrand 2011 [17]	X		X			X		X	
Triathlon	Bahr 2003 [18]			X or	X or				X	
	Andersen 2013 [19]	X								
<p>"Overuse injury" is not defined anywhere but the article was included in the review because it uses this term in the title.</p>										
Total		9/10	0/10	9/10	2/10	2/10	6/10	0/10	4/10	

Table 3 Quality checklist of methodological aspects of 10 studies on overuse injuries of the extremities (OIE) in adults

Sport	Author Year	Was participation rate reported or possible to calculate? (Y(%)/N)	Was overuse injury information provided by health professional?	Were all relevant anatomical areas studied clearly reported?	Were all relevant diagnoses clearly reported?	Was incidence of OIE reported?	Was denominator reported both as number of individuals and number of hours/sessions?		Total score
							Individuals	Hours	
Soccer	Kristenson 2013	N	Y	Y	N	N	Y	Y	4/7
	Tegnander 2008	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	5/7
	Jacobson 2007	N	Y	Y	N	Y	Y	Y	5/7
	Lüthje 1996	Y (100%)	Y	N	N	N	Y	N	3/7
	Nielsen 1989	N	Y	N	Y	N	Y	Y	4/7
	Eirale 2013	N	Y	Y	Y	Y	Y	Y	6/7
	Faude 2005	N	Y	N	N	N	Y	Y	3/7
	Ekstrand 2011	N	Y	Y	N	Y	Y	N	4/7
Triathlon	Andersen 2013	Y (63.5%)	N	Y	N	N	Y	Y	4/7
Beach volleyball	Bahr 2003	N	Y	Y	N	N	N	Y	3/7
Total		2/10	9/10	7/10	2/10	4/10	9/10	8/10	

N no

Y yes; when positive answers have been highlighted

anatomical site were clearly and completely reported, 4) the incidence of OIE was reported, and 5) if the number of injuries could be reported in relation to number of hours of exposure and individuals.

Three evidence tables reported the findings. Table 4 reported the estimates of rates of OIE. The incidence was included if it was clearly reported in the article.

Moreover, we calculated the proportion of OIE based on the total number of hours of exposure and reported this as number of injuries per 1000 h of exposure.

In Table 5 the numbers of OIE were listed by anatomical area. We highlighted those two that were most commonly reported. Table 6 showed the same type of information but based on the diagnosis.

Table 4 Incidence and proportion of overuse injuries of the extremities (OIE) based on numbers of hours of exposure in 10 studies on adults

Sport	Author Year	Number of OIE	Incidence estimate given in the article	Number of hours of exposure	Proportions of OIE based on number of hours of exposure (*1000)
Soccer	Kristenson 2013 [10]	406	-	367490	1.10
	Tegnander 2008 [11]	21	0.8 per 1000 game hours 0.7 per 1000 training hours	30619	0.68
	Jacobson 2007 [12]	62	Between 0.0 to 0.6 depending on area	47075	1.32
	Lüthje 1996 [13]	16	-	-	-
	Nielsen 1989 [14]	30	-	15908	1.89
		79	-	23400	3.38
	Eirale 2013 [15]	115	From 0.03 to 2.0 (varying depending on diagnosis & localisation)	39100	2.94
	Faude 2005 [16]	7	-	39162	0.18
Ekstrand 2011 [17]	?	From 0 to 0.5 (depending on diagnosed area)	M: 198071 F: 48404	-	
Triathlon	Andersen 2013 [19]	403	-	48024	8.39
Beach volleyball	Bahr 2003 [18]	21 Estimates from diagram	-	1576	13.32

* multiplied by 1000

Table 5 Site of overuse injury of the extremities by sports in 10 studies on adults

Injury Localisation	Soccer								Triathlon	Beach volleyball	
	Author Year	Kristenson 2013	Tegnander 2008	Jacobson 2007	Lüthje 1996	Nielsen 1989	Eirale 2013	Faude 2005	Ekstrand 2011*	Andersen 2013	Bahr 2003
TOTAL REPORTED OIE		406	21	62	16	30	115	7		403	25
UPPER EXTREMITY TOTAL		?	0	1	0	?	1	?		89	7
Shoulder		?	0	?	0	?	1	?		88	4
Arm		?	0	?	0	?	0	?		0	1
Elbow		?	0	?	0	?	0	?		1	0
Forearm		?	0	?	0	?	0	?		0	0
Wrist		?	0	?	0	?	0	?		0	0
Hand/Fingers		?	0	?	0	?	0	?		0	2
LOWER EXTREMITY TOTAL		406	21	61	16	30	114	7		314	14
Pelvis/Hip/Groin		177	3	3	?	?	18	?	(4)	5	1
Thigh		96	3	1	?	22	62	?	(1)	88	4
Knee		74	8	29	?	4	15	5	(3)	106	8
Tibia/Calf/Achilles		59	5	13	?	?	17	2	(2)	106	1
Ankle		?	1	6	?	2	1	?	(5)	2	0
Foot/Toes/Heel		?	1	9	?	2	1	?		7	0

The two most common injury sites in each article are highlighted: Like this for the most common and like this for the second most common

"?"= Information not provided

OIE: Overuse injuries of extremities

Articles in which all OIE are described and in which all the sites of OIE are clearly described are framed, i.e. Author/Year

*: the number of injuries was not reported in this article but we have the incidence so we could rank the localisation. 1 means the most often reported, 2, the 2nd most often, and so on

Table 6 Injury diagnosis according to sports type for 4 studies on adults that included specific diagnosis

Author Year	soccer			
	Kristenson 2013	Nielsen 1989	Eirale 2013	Ekstrand 2011 *
TOTAL REPORTED OIE	406	30	115	
Tendinitis/bursitis	75	10	26	(1)
Strain	?	20	72 muscle rupture strain+cramps	(3)
Stress fracture	?	0	2	?
Periostitis	?	0	3	?
Synovitis	?	0		(2)
Fasciitis	?	0	?	?
Meniscus/cartilage	?	0	7	?
Other	?	0	?	?

OIE: Overuse injuries of extremity

The two most common diagnoses in each article are highlighted: Like this for the most common and like this for the second most common

Six articles have been excluded in this table because they did not mention any diagnosis:

Articles in which all OIE are described and in which all the diagnosis of OIE are clearly described are framed, i.e. Author/Year

*: The number of injuries was not reported in this article but we have the incidence so we could rank the diagnoses. "1" means the most often reported, "2" the 2nd most often, and so on

The AMSTAR checklist [9] was used as a guide for this review. However, tests for homogeneity and publication bias were not carried out because no such statistical information could be extracted to be used in this review. Furthermore, articles were not screened for conflict of interest statements, as this aspect was irrelevant for the current topic (no obvious financial gains).

Review process and interpretation of data

Two of the authors extracted the information separately and blind to each other's findings. Their findings were compared to detect extraction errors. The third author was available for arbitration in case of disagreements between the two reviewers. The quality data were used for descriptive purpose only and to provide a basis for research recommendations.

The review was registered in the PROSPERO database: CRD42015032477.

Results

Number of articles

Initially, on the basis of the database and citation searches, 1435 articles were identified, leaving 1080 articles after duplicates were removed. Of these, only 10 were retained after scrutiny of their title, abstract and full-text. The criteria of non-inclusion of the articles are presented in Fig. 1. Most of the excluded studies did not deal with specific sports or OIE. Although it often was difficult to extract some of the data, it was never necessary to use the arbitration process.

Study design, participants and method

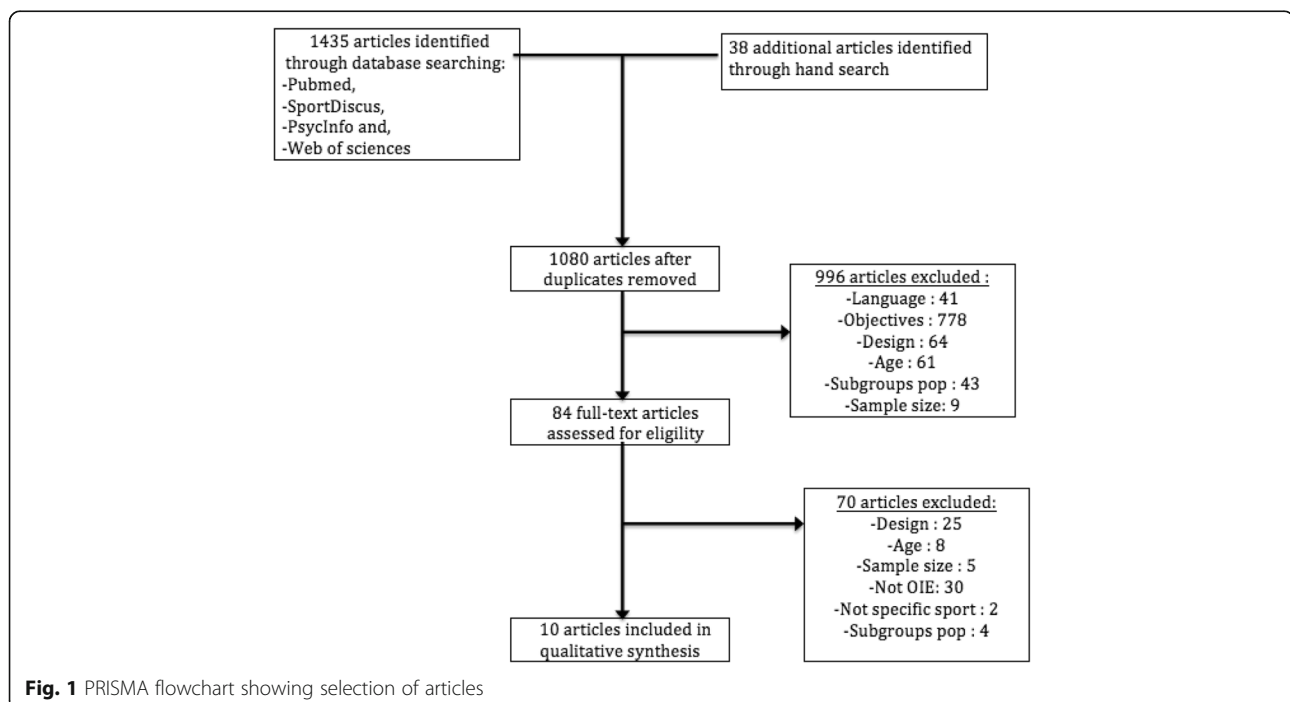
Three sports were covered in the 10 articles included in this review: soccer [10–17], beach volleyball [18], and triathlon [19]. They were published from 1989 to 2013 and nine were conducted in Europe. The design was prospective for all studies except for one [18], which combined a prospective and retrospective study, but only results from the prospective study were used in this review. In all studies, the study samples were obtained from sports clubs or at competitions. The level of sport participation of the study participants varied from recreational to elite level, but for the majority of articles it was at an elite level.

The number of participants ranged from 123 to 1507 (Table 1). Four studies included only men, three studies only women, and three studies both sexes (Table 1). The age of participants was not clearly described in all articles, but when it was, it varied from 15 to 39 (Table 1), with the mean age of 23 to 38 years.

The duration of data collection, when described, ranged from 26 weeks to 2 seasons and for one article it took place during five championships. The frequency of follow-ups within this duration, when reported, was often weekly (Table 1).

Definition of overuse sport injuries

The definition of 'sports injury' differed between articles (Table 2). Most commonly, a case was defined by time-loss and was nearly always depending on a link to the specific sport activity studied. The specific definition of overuse injury was most commonly based on the concept



of the absence of a single, identifiable (traumatic) cause ($N = 6$), followed by gradual onset ($N = 3$), repeated micro-trauma ($N = 2$), and combinations thereof. Nobody stated explicitly that the activity had to exceed tissue tolerance, although this probably would have been taken into consideration during medical examination.

Quality of the studies

Although method sections in this type of studies often are very similar, specific information was sometimes difficult to obtain for our purposes. As can be seen in Table 3, response rates were often unreported, as well as incidence estimates. Therefore, it became necessary to calculate the proportion of cases based on exposure, which explains the last column in the quality checklist. In relation to outcomes, overuse injuries per anatomical area and diagnosis were often not systematically reported. On the positive side, health professionals were usually responsible for the data collection.

Incidence estimates of overuse injuries

The incidence estimates of OIE are shown in Table 4. These were reported in only four articles dealing with soccer but they all reported it differently.

Tegnander et al. [11] calculated the incidence distinguishing training from game exposure. Moreover, they reported the incidence for OIE in general with incidence estimates of OIE being 0.8 per 1000 h of game and 0.7 per 1000 h of training.

The other three articles reported the incidence based on 1000 h of sport participation. Jacobson et al. [12] provided the incidence for OIE based on the area injured, which varied from 0 for the hip, groin and thigh to 0.6 for the knee. Eirale et al. [15] provided the incidence for various diagnoses and localisations. Regarding the diagnoses, the incidence varied from 0.1 for fracture and synovitis/periostitis to 2.0 for muscle rupture/cramps. Regarding the localisation, the incidence estimates varied from 0.03 for shoulder, ankle and foot/toe to 1.7 for the thigh. Ekstrand et al. [16] reported the incidence for the most common OIE subtypes while combining the diagnosis and the localisation. The incidence varied from 0.03 for the ankle joint synovitis and calf muscle cramp/spasm to 0.5 for hamstring overuse/hypertension.

Proportion estimates of overuse injuries

Table 4 shows also the proportion of OIE based on exposure. It could be calculated in 8 articles and varied from 0.18 to 13.32 per 1000 h of exposure. The two studies that did not study soccer reported higher proportion of OIE than the others. Methodological differences could probably explain these results.

Injury site and diagnosis in general

The lower limb was most often affected (Table 5) and especially the knee, tibia, thigh and pelvis/hip/groin.

Only few articles described the diagnosis of overuse injury. For that reason, only 4 articles could be included in Table 6. The most frequently provided diagnoses were tendinitis/bursitis, and strain.

Differences in overuse injuries according to sports type

For all sports covered, the lower limb was more often affected than the upper limb. Again, it was impossible to compare the incidence rates between sports, because it was only reported in the articles on soccer. When considering the proportion of OIE per 1000 h of exposure, different results are found. For soccer, this proportion is <3.5 (and often around 1), 8 for triathlon, and 13 for beach volleyball. However, methodological considerations could well explain these differences.

In soccer, the pelvis/hip/groin appeared to be more commonly affected than in the two other sports.

We could not compare the diagnosis of OIE between sports because only articles on soccer reported the diagnosis.

Discussion

Summary of findings

This appears to be the first systematic review on OIE in adults comparing the occurrence in various sports. We attempted to identify any differences between sports in relation to diagnoses and anatomical areas most likely to be injured. We were able to retrieve 10 studies on three different sports: soccer ($N = 8$), triathlon ($N = 1$) and beach volleyball ($N = 1$). Methodological differences between studies and a limited number of studies and sports studied made it difficult to provide clear answers. However, in relation to the proportion of OIE it varied between 0.2 to 13.3 per 1000 h of exposure, with soccer not having the highest estimates. This proportion is generally more important in adults than in youngsters, where results around 0.5 were found [5].

Injury site was, as for the youngsters [5], mainly the lower limb. However, in adults this was reported rather for the knee, tibia, thigh and pelvis/hip/groin whereas in youngsters it was the knee and the lower leg.

As for the diagnoses, they were most frequently (when at all provided) reported to be tendinitis/bursitis, and strain, whereas in children and adolescents the most commonly reported diagnoses were tendinitis/bursitis and periostitis [5].

Methodological aspects of the articles reviewed

A large body of literature on sports injuries of adults, as well as of children, is written by a group of researchers that uses the same methodological approach when

surveying injuries in different sports. Typically, they study injuries in single sport clubs or during specific sports events with the ultimate goal to compare risk estimates for various sport activities. To record a sufficiently large number of injuries of specific sports in the general population is of course difficult, hence this approach. However, when choosing such a tactic, it would be relevant to collect similar data from several clubs/events, in order to even out any bias associated with single convenience samples of such type.

After having reviewed this literature on both children/adolescents and adults, it is clear that even when multiple studies are found for similar sports, data are often collected at different intervals, in different ways, using different definitions for injury, and for different specific types of injuries. Authors do not clearly report diagnosis and anatomical areas of injury, and if they do, they often leave out the one or the other. This, also, makes it difficult to make comparisons and to establish risk estimates. A simple example is the difference in estimates expected when the presence of an “injury” is reported as “complaint”, as “sought care”, or “time loss”. Further, in the case of “overuse”, absence of a traumatic etiology seems often automatically to result in a diagnosis of an “overuse” injury, merely because the person with the complaint was involved in a sporting activity. It is not logical that people involved in studies on sport injuries only have these two possible diagnoses, traumatic or overuse injury. Surely patients from the general population are diagnosed from a larger spectrum of possibilities. Clear criteria for this diagnostic label have been proposed [5] and discussed in the literature [20], but seem to be largely ignored, at least when reports are written up.

As for the definitions of “incidence” and “prevalence”, true incidence and prevalence estimates are usually not distinguished in studies within this area. The incidence is defined as number of injuries based on 1000 h of session (training, competition or both), in general without regards concerning the previous injury. In fact, this should not really be called incidence but prevalence. This issue has been previously discussed by Bahr [7]. Further, the numbers of potential and included study subjects are often not reported. Clearly, an injury rate (per 1000 h) would be more credible when obtained from many study subjects than from a few. It would therefore be useful for the reader to have access to both these denominators.

Admittedly, the objectives of our review were not the same as the objectives of the studies under review, which makes difficult the extraction of information in our review. Nevertheless, as we have already discussed in our previous review on children/adolescents [5] in our opinion, this research area would benefit from a well-reasoned consensus approach to the various definitions.

Methodological aspects of our review

Our review followed the current guidelines, using a transparent approach, searched several databases, and data were extracted blindly by two reviewers. However, it is possible that some articles could have been missed, as only texts written in English, French and Scandinavian languages were acceptable for inclusion. Checklists for data extraction have been previously tested and used in a previous review and were therefore known to be user-friendly and relevant.

Sometimes we had to make assumptions regarding the nature of injuries, when exact information regarding the site of injury was missing. Thus two diagnoses, tendinopathy and periostitis, were systematically considered as extremity injuries, whereas some diagnoses such as strain was not, because it could affect the spine.

Discussion of findings regarding the incidence of OIE

We did not find any information in the literature on OIE in the general population of adults. However, the incidence of OIE in general population of schoolchildren has been reported to be 2.3(1.6–3.0 95% CI) for the upper extremity and 3.7(3.5–4.0) for the lower extremity [4].

Discussion of findings regarding the anatomical site of OIE

As observed in the previous review on children and adolescents [5], the lower extremity is more often affected than the upper extremity in the sports studied. Only three sports could be considered in this review, so it is difficult to compare the localisation of OIE between sports. However, we noted that in soccer, in youngsters and in adults, the pelvis/hip/groin are more often affected than in the other sports. We assumed that this is due to the shearing force often imposed on the pelvis in soccer.

Discussion of findings regarding the diagnosis of OIE

Only four articles provided good information on the diagnosis of OIE and they all studied soccer, making it impossible to compare this finding with other sports. In childhood, 8 articles reported the diagnosis making a comparison relevant. However, for all sports covered, it was always the two same diagnoses that were reported.

Tendinitis/bursitis is the most common diagnosis both in childhood and adulthood, followed in adults by synovitis, and in youngsters by periostitis. Probably because of the difference in bone skeletal maturity, osteochondral disorders, present in youngsters, did not appear in adults.

Conclusion

This research area suffered from lack of information because of few relevant studies and methodological

problems, which makes difficult the extraction and comparison of the incidence of OIE in relation to both their diagnosis and localisation. However, we could conclude that the incidence of OIE is low in adulthood, as it was previously found to be in childhood, across most studies reviewed. The localisation of OIE seems to be predominantly in the lower limb, with some differences relating to exact anatomical area between sports. Obviously, the search for risk sports and specific types of injuries needs to be undertaken in a more systematic and homogeneous manner, to make the information useful for the purposes of prevention.

Abbreviation

OIE: Overuse injuries of extremities

Acknowledgements

Not applicable.

Funding

Apart from the authors being funded from their institutions, there were no external grants for this project.

Availability of data and materials

Not applicable.

Authors' contributions

The three authors formulated the research question and helped design the study. CC and CLY performed the review. CC and CLY were the main contributors to the manuscript preparation. The three authors were involved in interpreting the data, writing the manuscript and approving the final version. All authors read and approved the final manuscript.

Competing interests

The authors declare that they have no competing interests.

Consent for publication

Not applicable.

Ethics approval and consent to participate

Not applicable.

Author details

¹CIAMS, Université Paris-Sud, Université Paris-Saclay, F-91405 Orsay, Cedex, France. ²CIAMS, Université d'Orléans, F-45067 Orléans, France. ³Institut Franco-Européen de Chiropraxie, 72 Chemin de la Flambère, F-31300 Toulouse, France.

Received: 6 October 2016 Accepted: 4 January 2017

Published online: 13 January 2017

References

- Andersen LB, Riddoch C, Kriemler S, Hills AP. Physical activity and cardiovascular risk factors in children. *Br J Sports Med*. 2011;45(11):871–6.
- Biddle SJ, Gorely T, Stensel DJ. Health-enhancing physical activity and sedentary behaviour in children and adolescents. *J Sports Sci*. 2004;22(8):679–701.
- Janssen I, Leblanc AG. Systematic review of the health benefits of physical activity and fitness in school-aged children and youth. *Int J Behav Nutr Phys Act*. 2010;7:40.
- Jespersen E, Rexen CT, Franz C, Moller NC, Froberg K, Wedderkopp N. Musculoskeletal extremity injuries in a cohort of schoolchildren aged 6–12: A 2.5-year prospective study. *Scand J Med Sci Sports*. 2014;25:251–8.
- Chéron C, Le Scanff C, Leboeuf-Yde C. Association between sports type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review. *Chiropr Man Therap*. 2016;24:41. eCollection 2016.
- Liberati A, Altman DG, Tetzlaff J, Mulrow C, Gotzsche PC, Ioannidis JP, et al. The PRISMA statement for reporting systematic reviews and meta-analyses of studies that evaluate health care interventions: explanation and elaboration. *J Clin Epidemiol*. 2009;62(10):e1–34.
- Bahr R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med*. 2009;43:966–72.
- Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, Andersen TE, Bahr R, Dvorak J, et al. Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Br J Sports Med*. 2006;40:193–201.
- Shea BJ, Grimshaw JM, Wells GA, Boers M, Andersson N, Hamel C, et al. Development of AMSTAR: a measurement tool to assess the methodological quality of systematic reviews. *BMC Med Res Methodol*. 2007;7:10.
- Kristenson K, Bjorneboe J, Walden M, Andersen TE, Ekstrand J, Hagglund M. The Nordic Football Injury Audit: higher injury rates for professional football clubs with third-generation artificial turf at their home venue. *Br J Sports Med*. 2013;47(12):775–81.
- Tegnander A, Olsen OE, Moholdt TT, Engebretsen L, Bahr R. Injuries in Norwegian female elite soccer: a prospective one-season cohort study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*. 2008;16(2):194–8.
- Jacobson I, Tegner Y. Injuries among Swedish female elite football players: a prospective population study. *Scand J Med Sci Sports*. 2007;17(1):84–91.
- Luthje P, Nurmi I, Kataja M, Belt E, Helenius P, Kaukonen JP, et al. Epidemiology and traumatology of injuries in elite soccer: a prospective study in Finland. *Scand J Med Sci Sports*. 1996;6(3):180–5.
- Nielsen AB, Yde J. Epidemiology and traumatology of injuries in soccer. *Am J Sports Med*. 1989;17(6):803–7.
- Eirale C, Farooq A, Smiley FA, Tol JL, Chalabi H. Epidemiology of football injuries in Asia: a prospective study in Qatar. *J Sci Med Sport*. 2013;16(2):113–7.
- Faude O, Junge A, Kindermann W, Dvorak J. Injuries in female soccer players: a prospective study in the German national league. *Am J Sports Med*. 2005;33(11):1694–700.
- Ekstrand J, Hagglund M, Fuller CW. Comparison of injuries sustained on artificial turf and grass by male and female elite football players. *Scand J Med Sci Sports*. 2011;21(6):824–32.
- Bahr R, Reeser JC. Injuries among world-class professional beach volleyball players. The Federation Internationale de Volleyball beach volleyball injury study. *Am J Sports Med*. 2003;31(1):119–25.
- Andersen CA, Clarsen B, Johansen TV, Engebretsen L. High prevalence of overuse injury among iron-distance triathletes. *Br J Sports Med*. 2013;47(13):857–61.
- Roos KG, Marshall SW. Definition and usage of the term "overuse injury" in the US high school and collegiate sport epidemiology literature: a systematic review. *Sports Med (Auckland, NZ)*. 2014;44(3):405–21.

Submit your next manuscript to BioMed Central and we will help you at every step:

- We accept pre-submission inquiries
- Our selector tool helps you to find the most relevant journal
- We provide round the clock customer support
- Convenient online submission
- Thorough peer review
- Inclusion in PubMed and all major indexing services
- Maximum visibility for your research

Submit your manuscript at
www.biomedcentral.com/submit



BMJ Open Leisure-time sport and overuse injuries of extremities in children age 6–13, a 2.5 years prospective cohort study: the CHAMPS-study DK

Charlène Chéron,^{1,2} Charlotte Leboeuf-Yde,^{1,2,3} Christine Le Scanff,² Eva Jespersen,^{4,5} Christina Trifonov Rexen,⁵ Claudia Franz,^{3,5} Niels Wedderkopp^{5,6}

To cite: Chéron C, Leboeuf-Yde C, Le Scanff C, *et al.* Leisure-time sport and overuse injuries of extremities in children age 6–13, a 2.5 years prospective cohort study: the CHAMPS-study DK. *BMJ Open* 2017;**6**:e012606. doi:10.1136/bmjopen-2016-012606

► Prepublication history for this paper is available online. To view these files please visit the journal online (<http://dx.doi.org/10.1136/bmjopen-2016-012606>).

Received 13 May 2016
Revised 30 November 2016
Accepted 20 December 2016

ABSTRACT

Objectives: It is not known which sports are most likely to cause overuse injuries of the extremities in children. In this study, we report on the incidence of overuse injuries of the upper and lower extremities in children who participate in various leisure-time sports and relate this to the frequency of sport sessions.

Design: Natural experiment including a prospective cohort study.

Setting: 10 state schools in 1 Danish municipality: Svendborg.

Participants: 1270 children aged 6–13 years participating in the Childhood Health, Activity, and Motor Performance School Study Denmark.

Outcomes measures: Over 2.5 years, parents answered weekly SMS-track messages (a) on type and frequency of leisure-time sports undertaken by their child, and (b) reporting if their child had experienced any musculoskeletal pain. Children with reported pain were examined by a clinician and diagnosed as having an overuse injury of an extremity or not. The incidence of diagnosed overuse injury was calculated for each of the 9 most common sports in relation to 5-week periods. Incidence by frequency of sessions was calculated, and multivariable analysis was performed taking into account age, sex and frequency of physical education classes at school.

Results: Incidence of overuse injuries of the lower extremity ranged from 0.2 to 3.3 for the 9 sports, but was near 0 for overuse injuries of the upper extremities. There was no obvious dose–response. The multivariate analysis showed soccer and handball to be the sports most likely to result in an overuse injury.

Conclusions: Among a general population of schoolchildren, overuse injuries of the lower extremities were not common and overuse injuries of the upper extremities were rare. Organised leisure-time sport, as practised in Denmark, can be considered a safe activity for children.

INTRODUCTION

Injuries from sport and physical training are the major cause of school-related¹ and leisure-time injuries in children.² The

Strengths and limitations of this study

- This is the first study to determine the incidence of overuse injuries of extremities in different types of sports in the general population.
- Another strength is the large number of participants and that data were collected weekly over 2.5 years.
- In addition, the diagnosis of overuse injury was made in a physical examination following a pre-determined procedure.
- The mean weekly incidence rate was reported based on the exposure during the 5 weeks preceding the occurrence of the injury in order to be in line with the concept of overuse injury: the repetitive activity takes place during a given time. However, this strategy makes comparison with other studies difficult, as the exact number of hours per person fails to appear.
- However, the data did not allow for analysis of injuries when children participated in more than one sport at a given time.

consequences may be absence from school and sport, and need for medical attention.³ Injuries incurred in childhood may also lay the foundation for future problems extending into adulthood, and perhaps even permanent disability.

Sports medicine deals with two main types of injuries, commonly defined according to the presumed cause: trauma or overuse. Traumatic injury results from a single, specific and identifiable event, while overuse injury occurs after repeated microtrauma without a single, identifiable event responsible for the injury.⁴

Several sports-specific studies with children and adolescents suggest that traumatic injuries of the extremities are more common than overuse injuries, at least when reported in relation to time-loss.^{5–9} In contrast, overuse injuries of the extremities (OIE)



CrossMark

For numbered affiliations see end of article.

Correspondence to

Charlène Chéron;
cheron.charlene@ifecetud.net

were more common than traumatic injuries in a large Danish school population.¹⁰ However, this study defined 'injury' according to a diagnosis after a clinical examination. Thus, after reporting pain, the child was seen by a clinician and if the child still had the reported symptoms, he or she was examined and diagnosed by a clinician. A dose-response was noted for traumatic and overuse injuries of the lower extremities, with a 20% increased risk for each exposure to leisure-time sport.¹⁰ No distinction was made between different types of sport, however.¹¹

A systematic review of the literature indicated that overuse injuries in young people were more common in the lower extremities than in the upper extremities.¹² However, although each of the reviewed studies dealt with only one type of sport, it was not possible to compare sport-specific injury incidence due to different methods and unreported information on site of injury and incidence.

The objectives of the present study were:

1. To confirm if overuse injuries in children are more common in the lower extremities than in the upper extremities for specific types of sport;
2. To estimate the incidence of diagnosed overuse injuries of the upper and lower extremities in relation to exposure (dose-response) for specific types of sport, with or without ensuing time-loss;
3. To investigate whether some types of sport are more likely than others to be associated with overuse injuries of the lower extremities, after controlling for relevant variables.

It is to be noted that the diagnosis of injuries was made because there was an initial report on pain and not because the child initiated a medical consultation.

METHOD

Setting

Data were extracted from a large prospective controlled study of children attending Danish public schools that was part of a natural experiment on additional physical education in school (the Childhood Health, Activity, and Motor Performance School Study Denmark, CHAMPS-study DK). The purpose of the CHAMPS project was to evaluate the effects of increased physical education on childhood health and well-being. It has been described in more detail elsewhere,¹³ and a number of studies have been published.^{10 11 14}

The 19 schools in the municipality of Svendborg were invited to participate in the CHAMPS-study DK. Of these, six became sport schools and had six physical education lessons per week, while four schools (the control group) continued their normal activities with two physical education lessons per week. In addition to this, many children in both schools participated in externally organised sports activities, and the present article reports on this aspect of the CHAMPS-study DK.

Participants and data collection

For the purposes of this study, we used the CHAMPS-study DK data collected between October 2008 and July 2011, meaning that we had data for boys and girls in school grades 0-4 in the first year of the study and grades 2-6 in the last year of the study. The data covered 2.5 years, minus the first 5 weeks of the study that were considered to be a pilot period for all participants. Data collection occurred weekly but was suspended during Christmas holidays and the 6 weeks of summer holidays. Since the CHAMPS-study DK was a natural experiment, entry to the study was kept open with the possibility for new children to enter and for others to exit if the family moved in or out of the school district.

Participation in sports

Organised leisure-time sport was assessed using weekly, automated text messages, SMS-track (<https://sms-track.com/>), with parents reporting how many times their child had participated in organised sport during the past week, using the relevant number between 0 and 7. If the child had participated more than seven times in such activities, the parent was asked to respond with '8'. One exposure unit per week would usually correspond to one hour of sport, based on knowledge of usual training time. In the event of a child participating in organised sport, a new question was automatically sent, asking for type of sport. Ten response options were offered (based on the most popular sports in the local community), with an instruction to type the relevant number(s) for the following sports: 1—soccer; 2—handball; 3—basketball; 4—volleyball; 5—rhythmic gymnastics; 6—tumbling gymnastics; 7—swimming; 8—horse-riding; 9—dancing; and 10—other sports.

Owing to the way in which these questions were set up in the SMS-track system, it was not possible to identify the number of exposures to separate sports, if children participated in more than one sport in a given week. For this reason, we restricted the data analysis to times (5-week periods) when only one specific type of sport was reported.

Musculoskeletal pain and classification of injury

Information on musculoskeletal pain was also collected weekly using SMS-track. Each Sunday, parents answered a text message asking about any musculoskeletal pain during the previous week: "Has (name of child) during the last week had any pain in: 1—neck, back, or low back; 2—shoulder, arm, or hand; 3—hip, leg, or foot; 4—no, my child has not had any pain".

The returned answers were automatically recorded and inserted into a database. A reminder was sent if no response had been received within 72 hours and, if necessary, again 120 hours after the initial text message was sent. The SMS-track data were monitored and cleaned during data collection, and any inappropriate answers were checked through direct telephone contact

with parents. If pain was reported by parents, a telephone consultation was carried out on the following Monday. If the pain had disappeared, the symptom was defined as 'trivial' and no further action was taken. If the pain had continued, it was considered 'non-trivial', and clinical examination was performed within the next fortnight by a physiotherapist, chiropractor or medical practitioner within the project team. If necessary, the child was referred for further paraclinical examination (such as X-ray, ultrasound or MRI) and possibly seen by a medical specialist. Information about any other treatment by an authorised health professional during the study period was also collected. Both the clinical and paraclinical examinations were free of charge.

The International Classification of Disease, 10th Revision (ICD-10) was used for diagnosis, and injuries were defined as either traumatic or overuse. Pain caused by an obvious injury (eg, fall, external knock) was diagnosed as a traumatic injury, whereas a painful condition was tentatively diagnosed as an overuse injury if (1) it was not caused by an obvious traumatic or sudden strain incident, (2) the painful area corresponded to a structure that had been used during a repetitive activity (such as a sport), and (3) this activity could be qualified as 'overdoing' relative to ordinary activities and for the constitution and/or fitness and strength of the child. The concept of overuse injuries has been extensively discussed in the literature and there appears to be no commonly accepted definition. However, we based ours on suggestions by Bahr.¹⁵ The present report deals exclusively with overuse injuries.

The primary outcome was the mean weekly incidence of overuse injuries in the upper and lower extremities. An incident case was defined as an OIE if it was preceded by at least one week without reported pain and was diagnosed as an overuse injury in the clinical examination.

Ethical considerations

The Champs-study DK was approved by the regional ethics committee (ID S20080047) and was registered with the Danish Data Protection Agency. Schools were informed orally and in writing about the project, and written informed consent was obtained from the children's parents. Children and parents gave oral consent before any clinical examination. All participation was voluntary with the option to withdraw at any time.

Statistical analysis

We first identified periods of 5 weeks in which children participated in only one type of sport (thus excluding 5-week periods with more than one sport). We did not report the number of sessions in which children participated in 'other sports', because with this category we were not able to distinguish if they practised one or more than one type of sport. Thereafter, we counted the number of sessions for each sport practised during these periods. For example, a child participating only in

soccer for 25 weeks will be assigned to his/her first period from weeks 1 through 5, the second period from weeks 2 through 6, etc until the last period from weeks 21 through 25. Since these periods overlap, 21 periods will be registered for that child.

Incidence rates for injuries of the lower and upper extremities were determined by dividing the number of diagnosed overuse injuries by the total number of exposures for the specific sport. Weekly incidence rates (with 95% CI) were then calculated for each sport in relation to the number of weekly practice sessions.

A mixed effects logistic regression model was used to identify risk factors for injuries related to sport exposure reported during the 5-week periods. Covariates were selected from possible modifiers or confounders of the association between sport and injury: (1) sex, as boys and girls often participate in different sports, and boys may be less likely to be injured;¹⁰ (2) school grade (0–6) as a proxy for age (6–13 years), as it is unusual for Danish children to repeat a school year, and as different degrees of maturity are likely to affect choice of sport activity, risk and type of injury, and ability to report pain,¹⁶ and a positive link between age and risk of overuse injury to the extremities was shown previously in this study population;¹¹ (3) school type (intervention or control school) because a difference in the number of weekly physical education lessons could affect the risk of an overuse injury and (4) school, class and individual ID as random variables to take account of any clustering effects.

Although previous injury has been shown to be predictor for future injuries,^{17–20} it was not included in our analysis, because a previous study from the same study sample showed this did not play a role in injuries of the extremities.¹¹

Associations were reported as OR with 95% CIs. Since the study was explorative in nature, p values ≤ 0.05 were considered significant. All analyses were made using STATA 12.0.

RESULTS

A total of 1270 children (52% girls) participated during the study period, with 1218 children at baseline and 1226 at study completion (table 1). The maximum length of participation was 113 weeks, the average was 91.4 weeks, and the mean weekly response rate for the SMS messages was 96%. Study dropouts were mainly children moving away from the municipality, counterbalanced by new children moving to project schools.

Many children participated in more than one sport at a time, and were excluded from further analysis for technical reasons. During the 5-week periods when only one sport was reported, the most common activities were soccer, handball and swimming (table 2).

Looking only at periods of single sport participation, overuse injuries of the lower extremities ($n=292$) were more common than injuries of the upper extremities

Table 1 School grade, type of school and participation in sport for 1270 Danish schoolchildren included in the CHAMPS-study DK

	N	Boys (N=607) %	Girls (N=663) %
School grade at baseline			
0	227	47	53
1	253	47	53
2	272	54	46
3	252	45	55
4	266	45	55
Intervention school (6 weekly PE lessons)	741	45	55
Control school (2 weekly PE lessons)	529	51	49

Grade 0: 6–8 years; Grade 1: 7–9 years; Grade 2: 8–10 years;
Grade 3: 9–11 years; Grade 4: 10–12 years.
PE, physical education.

Table 2 Various leisure-time sport activities reported by 1270 Danish schoolchildren included in the Childhood Health, Activity, and Motor Performance School Study Denmark (CHAMPS-study DK)

Number of 5-week periods with only one sport	N
Soccer	15 490
Handball	8484
Swimming	5096
Horse-riding	4214
Tumbling gymnastics	3787
Rhythmic gymnastics	1789
Dance	1473
Volleyball	978
Basketball	905

(n=17) (table 3). To put this into context, during the whole 2.5 years of the CHAMPS Study-DK, there were 750 reported overuse injuries of the lower extremities and 40 overuse injuries of the upper extremities.

Weekly incidence rates for overuse injuries to the lower extremities ranged from 0.2 and 3.3 for the individual sports, and rates for overuse injuries to the upper extremities were very low (table 3). There were no obvious dose–response patterns where the OIE rate increased with a higher level of sport participation.

The incidence estimate and during the 5-week periods was 0.69 (95% CI 0.65 to 0.74) for overuse injuries to the lower extremities and 0.04 (95% CI 0.03 to 0.05) for the upper extremities. As a comparison, children who were reported as not participating in any sport during 5-week periods had incidence estimates of overuse injuries of 0.49 (95% CI 0.41 to 0.56) for the lower extremities and 0.03 (95% CI 0.02 to 0.06) for the upper extremities.

Multivariate analyses showed that two sports (soccer and handball) were risk factors for overuse injuries to the lower extremities (table 4). Analyses could not be

performed for several sports, or for overuse injuries to the upper extremities due to the small number of cases.

DISCUSSION

This study has confirmed that overuse injuries in children participating in sports are more common in the lower than in the upper extremities. Although the analysis was hampered by the low number of observations for some types of sports and for injuries to the upper extremities, we found that two sports—soccer and handball—were most strongly linked to overuse injuries of the lower extremities. The exposure-related incidence during 5-week periods was generally low, ranging from 0.2 to 3.3 per week. It is possible that overuse injuries are more frequent in the lower extremities due to the mechanical stress from the weight of the rest of the body, making the lower body more vulnerable than the upper extremities to extra strain from physical activity. Both soccer and handball put considerable stress on the body and, not surprisingly, children playing these sports were found to be most at risk of injury. Basketball is also likely to be a ‘risky’ sport, but the limited number of cases prevented analysis on this sport.

The results from, for example, two previous studies on the incidence of overuse injuries to the extremities in soccer are difficult to compare to those of this study, as their samples were from sports clubs (unlike ours from the general population) and incidence (per 1000 hours of the sport) was only reported for specific diagnoses, that is, lower extremity tendon pain and anterior leg pain/periostitis,²¹ and tendinopathy.²²

Further, most studies, as in the previous two examples that were performed in sports clubs, use ‘time-loss’ as the criterion for injury. Clearly, the reporting of symptoms, the consultations of a clinician, or the inability to train and play (ie, time-loss) would result in completely different estimates of injuries. This study used a ‘hybrid’ definition, capturing children with potential injuries by text messages and actively contacting them to further explore the possible diagnoses. This would probably result in larger estimates than both ‘ordinary’ consultation figures and certainly larger than any time-loss estimate. This, in itself, makes comparison of incidence rates with most other studies irrelevant.

Methodological considerations

Only 10 of the 19 schools in the municipality of Svendborg participated in this project, which could have resulted in selection bias. As far as we know, however, the participating schools were no different to the others, and it is likely that our results are generalisable to schoolchildren in other Danish municipalities. The results might have been different if we had been able to include injuries occurring during periods when children participated in more than one sport, but the method of data collection did not allow this.

Table 3 Mean weekly incidence of overuse injuries of the extremities in relation to number of exposures per week during 5-week periods of single sport participation

Number of exposures to the sport in 5-week periods	Lower extremity		Upper extremity	
	Number of injuries N=292	Mean weekly incidence (95% CI)	Number of injuries N=17	Mean weekly incidence (95% CI)
Soccer (times)				
1–5	8	0.6 (0.2 to 1)	0	–
6–10	57	0.9 (0 to 1.1)	1	0 (0 to 0)
11–15	58	1.2 (0.9 to 1.5)	3	0.1 (0 to 0.1)
16–20	10	1.5 (0.6 to 2.4)	0	–
≥20	0	–	0	–
Handball (times)				
1–5	7	1.1 (0.3 to 1.9)	1	0.1 (0 to 0.4)
6–10	24	1 (0.6 to 1.4)	2	0.1 (0 to 0.2)
11–15	32	1.2 (0.8 to 1.6)	1	0 (0 to 0.1)
16–20	17	1.7 (0.9 to 2.5)	2	0.2 (0 to 0.4)
≥20	1	0.8 (0 to 2.5)	0	–
Swimming (times)				
1–5	10	0.4 (0.1 to 0.6)	1	0 (0 to 0.1)
6–10	2	0.2 (0 to 0.6)	0	–
11–15	1	0.9 (0.7 to 2.8)	0	–
16–20	1	1.3 (0. to 3.7)	0	–
≥20	0	–	0	–
Tumbling gymnastics (times)				
1–5	7	0.5 (0.1 to 0.9)	0	–
6–10	5	0.4 (0.1 to 0.9)	0	–
11–15	5	1.1 (0.1 to 2.2)	2	0.4 (0 to 1.1)
16–20	3	2.6 (0 to 5.6)	0	–
≥20	0	–	0	–
Horse-riding (times)				
1–5	6	0.4 (0.1 to 0.8)	2	0.1 (0 to 0.3)
6–10	8	1.3 (0.4 to 2.2)	0	–
11–15	4	0.7 (0 to 1.3)	0	–
16–20	2	0.5 (0 to 1.2)	0	–
≥20	3	0.4 (0 to 0.9)	1	0.1 (0 to 0.4)
Rhythmic gymnastics (times)				
1–5	2	0.3 (0 to 0.7)	1	0.1 (0 to 0.4)
6–10	1	0.2 (0 to 0.7)	0	–
11–15	0	–	0	–
16–20	0	–	0	–
≥20	0	–	0	–
Dance (times)				
1–5	4	0.6 (0 to 1.2)	0	–
6–10	2	0.5 (0 to 1.2)	0	–
11–15	0	–	0	–
16–20	0	–	0	–
≥20	0	–	0	–
Volleyball (times)				
1–5	0	–	0	–
6–10	3	0.8 (0 to 1.6)	0	–
≥11	0	–	0	–
Basketball (times)				
1–5	1	1.0 (0 to 3.2)	0	–
6–10	1	0.3 (0 to 0.9)	0	–
11–15	3	1.1 (0 to 2.4)	0	–
16–20	1	3.3 (0 to 9.9)	0	–
≥20	0	–	0	–
No sport at all	180*	0.5 (0.4 to 0.6)	9†	0.03 (0.02 to 0.06)
All population	750*	0.7 (0.1 to 1.2)	40†	0.04 (0.03 to 0.05)

*Not included in the total number of injuries (N=292) indicated at the top of the table.

†Not included in the total number of injuries (N=17) indicated at the top of the table.

Table 4 Mixed effects logistic regression analysis of the mean weekly incidence of overuse injuries to the lower extremity by type of sport participation, controlling for gender, school grade and number of physical education classes (intervention/control school) with school, class and individual included as random variables

Number of sessions of each sport	OR (95% CI)	p Value
Soccer		
1–5	1.9 (1.4 to 2.6)	0.000
6–10	2.5 (1.8 to 3.4)	0.000
11–15	3.5 (2.4 to 5.0)	0.000
>15	4.2 (2.0 to 8.7)	0.000
Handball		
1–5	1.8 (1.3 to 2.9)	0.001
6–10	2.0 (1.46 to 2.39)	0.001
11–15	1.7 (1.1 to 2.8)	0.023
>15	1.52 (0.8 to 3.1)	0.241
Basketball		
>1	NA	NA
Volleyball		
>1	NA	NA
Rhythmic gymnastics		
>1	NA	NA
Tumbling gymnastics		
1–5	0.8 (0.5 to 1.3)	0.355
6–10	1.9 (1.0 to 3.3)	0.038
>10	NA	NA
Swimming		
>1	0.9 (0.6 to 1.2)	0.375
Dance		
>1	NA	NA
Horse-riding		
1–5	0.8 (0.5 to 1.4)	0.494
6–10	1.2 (0.5 to 3.0)	0.637
>10	0.8 (0.4 to 1.7)	0.590

NA, not available (because too few numbers in cells to perform analyses).

For future studies, we recommend registering the number of hours of practice for each sport individually, which would make it easier to separate their effect on injuries and investigate the dose–response when children participate in several sports over the same time period. Injury information would have to specify also during which sport(s) symptoms have arisen. Moreover, we recommend reporting overuse injuries, both for the extremities and for the spine, in order to allow for comparisons which would bring a better overview of the whole musculoskeletal area.

Participation in the study was very satisfactory, and data collection via text messages seemed to be acceptable and relevant to parents as there were few missing data. Although 2.5 years is a long time for data collection, the risk of memory decay was minimised by the one-week recall period used throughout the study. A further strength was the conversion of self-reported injury data into ICD-10 diagnoses by specialised

clinicians who met regularly to reach clinical consensus for the classifications.

Parents were chosen as informants rather than the children themselves, and this could be both a limitation and a strength. Parents will not know everything about their children's health, but self-report questionnaire data from young children may be inaccurate.²³ Parental reports of their child's pain have previously been found to be reliable.²⁴ SMS-track reporting in this study population was shown to have good validity when compared with verbal reporting with a specificity of 0.87, a sensitivity of 0.98 and a positive predictive value of 0.95.²⁵

The incidence of sports injuries is typically investigated over a relatively long period (often one sports season) and reported as the number of injuries per 1000 hours of sport exposure. We chose to calculate the mean weekly incidence per hour of sport exposure in the previous 5 weeks, hoping that this would better identify overuse injuries due to repetitive exposure to the activity. Moreover, this strategy permitted investigation into the presence of dose–response.

CONCLUSION

In this study population of schoolchildren who participated in organised sport activities outside of school, overuse injuries of the lower extremities were uncommon, and overuse injuries to the upper extremities were rare. Sports that combine weight-bearing with vigorous movements, such as soccer and handball, had the highest risk of overuse injuries. Our results suggest that overuse injuries in this population are not common, and that children can be encouraged to participate in organised sports activities outside of school.

Author affiliations

¹Institut Franco-Européen de Chiropraxie, 72 Chemin de la Flambère, Toulouse, France

²CIAMS, Univ. Paris-Sud, Université Paris-Saclay, Orsay Cedex, France

³Spine Center of Southern Denmark, Institute of Regional Health Services Research, University of Southern Denmark, Hospital Lillebaelt, Middelfart, Denmark

⁴Department of Rehabilitation, Odense University Hospital, Odense, Denmark

⁵Institute of Sports Science and Clinical Biomechanics, Center for Research in Childhood Health, University of Southern Denmark, Odense, Denmark

⁶Orthopaedic Department, Sport Medicine Clinic, Hospital of Lillebaelt—Middelfart, Institute of Regional Health Services Research, Middelfart, Denmark

Acknowledgements The authors acknowledge Claire Gudex, MD, medical writer, for providing language editing of the manuscript.

Contributors NW was responsible for the overall study concept and design. EJ, CTR, CF and NW were responsible for the acquisition of the data. CC and NW were responsible for the analysis and interpretation of data. CC, CL-Y and CLS drafted the manuscript. All authors took part in a critical revision of the manuscript.

Funding This study was supported by grants from the IMK Foundation, the Nordea Foundation, the TRYG Foundation—all private, non-profit organisations, which support research in health prevention and treatment, and TEAM Denmark, the elite sport organisation in Denmark, that provided the grant for the SMS-track system.

Competing interests None declared.

Ethics approval The study was approved by the Ethics Committee for the region of Southern Denmark (ID S20080047).

Provenance and peer review Not commissioned; externally peer reviewed.

Data sharing statement Data are available on request from the CHAMPS Study Steering Committee due to legal and ethical restrictions. Interested parties may contact Professor Niels Wedderkopp (nwedderkopp@health.sdu.dk), and the following information will be required at the time of application: a description of how the data will be used, securely managed, and permanently deleted.

Open Access This is an Open Access article distributed in accordance with the terms of the Creative Commons Attribution (CC BY 4.0) license, which permits others to distribute, remix, adapt and build upon this work, for commercial use, provided the original work is properly cited. See: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

REFERENCES

1. Prédine R, Chau N, Lorentz N, *et al.* [School-related injuries: incidence, causes, and consequences]. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2002;50:265–76.
2. Pakzad-Vaezi K, Singhal A. Trends in paediatric sport- and recreation-related injuries: an injury surveillance study at the British Columbia Children's Hospital (Vancouver, British Columbia) from 1992 to 2005. *Paediatr Child Health* 2011;16:217–21.
3. Abernethy L, MacAuley D. Impact of school sports injury. *Br J Sports Med* 2003;37:354–5.
4. Fuller CW, Ekstrand J, Junge A, *et al.* Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries. *Clin J Sport Med* 2006;16:97–106.
5. Caine D, Knutzen K, Howe W, *et al.* A three-year epidemiological study of injuries affecting young female gymnasts. *Phys Ther Sport* 2003;4:10–23.
6. Kirialanis P, Malliou P, Beneka A, *et al.* Occurrence of acute lower limb injuries in artistic gymnasts in relation to event and exercise phase. *Br J Sports Med* 2003;37:137–9.
7. Lindner KJ, Caine DJ. Injury patterns of female competitive club gymnasts. *Can J Sport Sci* 1990;15:254–61.
8. Söderman K, Adolphson J, Lorentzon R, *et al.* Injuries in adolescent female players in European football: a prospective study over one outdoor soccer season. *Scand J Med Sci Sports* 2001;11:299–304.
9. Wedderkopp N, Kalfot M, Lundgaard B, *et al.* Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:41–7.
10. Jespersen E, Holst R, Franz C, *et al.* Overuse and traumatic extremity injuries in schoolchildren surveyed with weekly text messages over 2.5 years. *Scand J Med Sci Sports* 2014;24:807–13.
11. Rexen CT, Andersen LB, Ersbøll AK, *et al.* Injuries in children with extra physical education in primary schools. *Med Sci Sports Exerc* 2014;46:745–52.
12. Chéron C, Le Scanff C, Leboeuf-Yde C. Association between sports type and overuse injuries of extremities in children and adolescents: a systematic review. *Chiropr Man Ther* 2016;24:664.
13. Wedderkopp N, Jespersen E, Franz C, *et al.* Study protocol. The Childhood Health, Activity, and Motor Performance School Study Denmark (The CHAMPS-study DK). *BMC Pediatr* 2012;12:128.
14. Jespersen E, Holst R, Franz C, *et al.* Seasonal variation in musculoskeletal extremity injuries in school children aged 6–12 followed prospectively over 2.5 years: a cohort study. *BMJ Open* 2014;4:e004165.
15. Bahr R. No injuries, but plenty of pain? On the methodology for recording overuse symptoms in sports. *Br J Sports Med* 2009;43:966–72.
16. Chambers CT, Johnston C. Developmental differences in children's use of rating scales. *J Pediatr Psychol* 2002;27:27–36.
17. Giroto N, Hespanhol Junior LC, Gomes MR, *et al.* Incidence and risk factors of injuries in Brazilian elite handball players: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports*. 2015.
18. Wright AA, Taylor JB, Ford KR, *et al.* Risk factors associated with lower extremity stress fractures in runners: a systematic review with meta-analysis. *Br J Sports Med* 2015;49:1517–23.
19. Wen DY. Risk factors for overuse injuries in runners. *Curr Sports Med Rep* 2007;6:307–13.
20. Burns J, Keenan AM, Redmond AC. Factors associated with triathlon-related overuse injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 2003;33:177–84.
21. Soligard T, Myklebust G, Steffen K, *et al.* Comprehensive warm-up programme to prevent injuries in young female footballers: cluster randomised controlled trial. *BMJ* 2008;337:a2469.
22. Le Gall F, Carling C, Reilly T. Injuries in young elite female soccer players: an 8-season prospective study. *Am J Sports Med* 2008;36:276–84.
23. Peterson L, Ewigman B, Kivlahan C. Judgments regarding appropriate child supervision to prevent injury: the role of environmental risk and child age. *Child Dev* 1993;64:934–50.
24. Khin Hla T, Hegarty M, Russell P, *et al.* Perception of pediatric pain: a comparison of postoperative pain assessments between child, parent, nurse, and independent observer. *Paediatr Anaesth* 2014;24:1127–31.
25. Kaalstad C. *TA: Ryggproblemer hos barn og kvaliteten av datainnsamling i et epidemiologisk studie*. Odense: University of Southern Denmark, 2011.

Titre : Blessures de surutilisation des membres: l'exposition sportive a-t-elle une influence ?

Mots clés : blessures, surutilisation, membres, sports, incidence

Résumé : Le sport est largement conseillé chez les enfants et les adolescents mais a pour inconvénient le développement de blessures au niveau des membres et du rachis. Les blessures de surutilisation des membres représentent une part importante des blessures musculosquelettiques.

Cette thèse avait pour but de déterminer s'il existait des différences entre les sports en ce qui concerne l'incidence, la localisation et le diagnostic de blessures de surutilisation des membres chez les enfants. De plus, elle avait pour but de comparer les résultats obtenus à ceux des adultes.

Pour ce faire, deux revues systématiques ont été réalisées, la première pour les enfants et adolescents et la seconde pour les adultes. Les données d'une étude prospective réalisée dans une population générale d'enfants ont été également analysées.

Il existe peu d'évidences scientifiques sur l'incidence, les localisations et les diagnostics des blessures de surutilisation dans la littérature. Pour ces deux populations, et pour tous les sports étudiés les blessures de surutilisation affectent plus fréquemment les membres inférieurs. Chez les enfants/adolescents, les blessures affectent en particulier les genoux, la jambe et les pieds sans grande différence entre les sports. Tandis que chez les adultes les zones touchées varient plus en fonction des sports que chez les enfants/adolescents. En outre, les zones les plus souvent touchées sont différentes entre ces deux populations. Concernant les diagnostics, il n'existe pas de différences entre les sports chez les enfants/adolescents et il n'est pas possible de se prononcer chez les adultes. De plus, des différences sont relevées entre les diagnostics chez les enfants/adolescents et les adultes.

L'étude prospective permet d'établir l'incidence des blessures pour neuf sports et identifie parmi eux deux sports considérés comme des facteurs de risque : le football et le handball.

Title : Overuse injuries of extremities : influence of sport participation ?

Keywords : overuse, injuries, extremities, sport, incidence

Abstract : In youngsters, physical activity has many direct health benefits but can also cause musculoskeletal injuries. Overuse injuries of the extremities represent an important part of all injuries that can occur in childhood.

The aim of this thesis is to determine if some sports are more likely to expose children and adolescents to a greater risk of developing overuse injuries of the extremities and to investigate if there is difference regarding the diagnosis and the localisation of these injuries. Another aim was to compare these findings with those relating to adults.

To achieve this, two systematic reviews have been carried out, one for youngsters and one for adults, and data from a large prospective study of schoolchildren were analysed.

Paucity of relevant information in the literature made it difficult to obtain clear answers to our questions. However, we noticed that, for both population and all sports, overuse injuries more often affected the lower limb. In youngsters, the sites most often affected are the knee, the lower limb and the foot, and this is almost the same for all sports that were studied. In adults the localisation varies for the different sports and is not the same between youngsters and adults. Also the diagnoses do not vary between sports in youngsters; whereas it was not possible to study this in adults. The diagnoses were different between the two populations studied. The prospective study of the schoolchildren permitted to determine the incidence of overuse injuries reported in children participating in nine different sports and to relate these results to their exposure to these sports (dose-response). Two sports were identified as risk factors: football and handball.

